

BEST AVAILABLE COPY

POLARIZING ELEMENT, POLARIZING PLATE AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Publication number: JP2003043260

Publication date: 2003-02-13

Inventor: SHIRATO KENTARO

Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD

Classification:

- international: **G02B5/30; G02F1/1335; G02B5/30; G02F1/13; (IPC1-7): G02B5/30; G02F1/1335**

- european:

Application number: JP20010233498 20010801

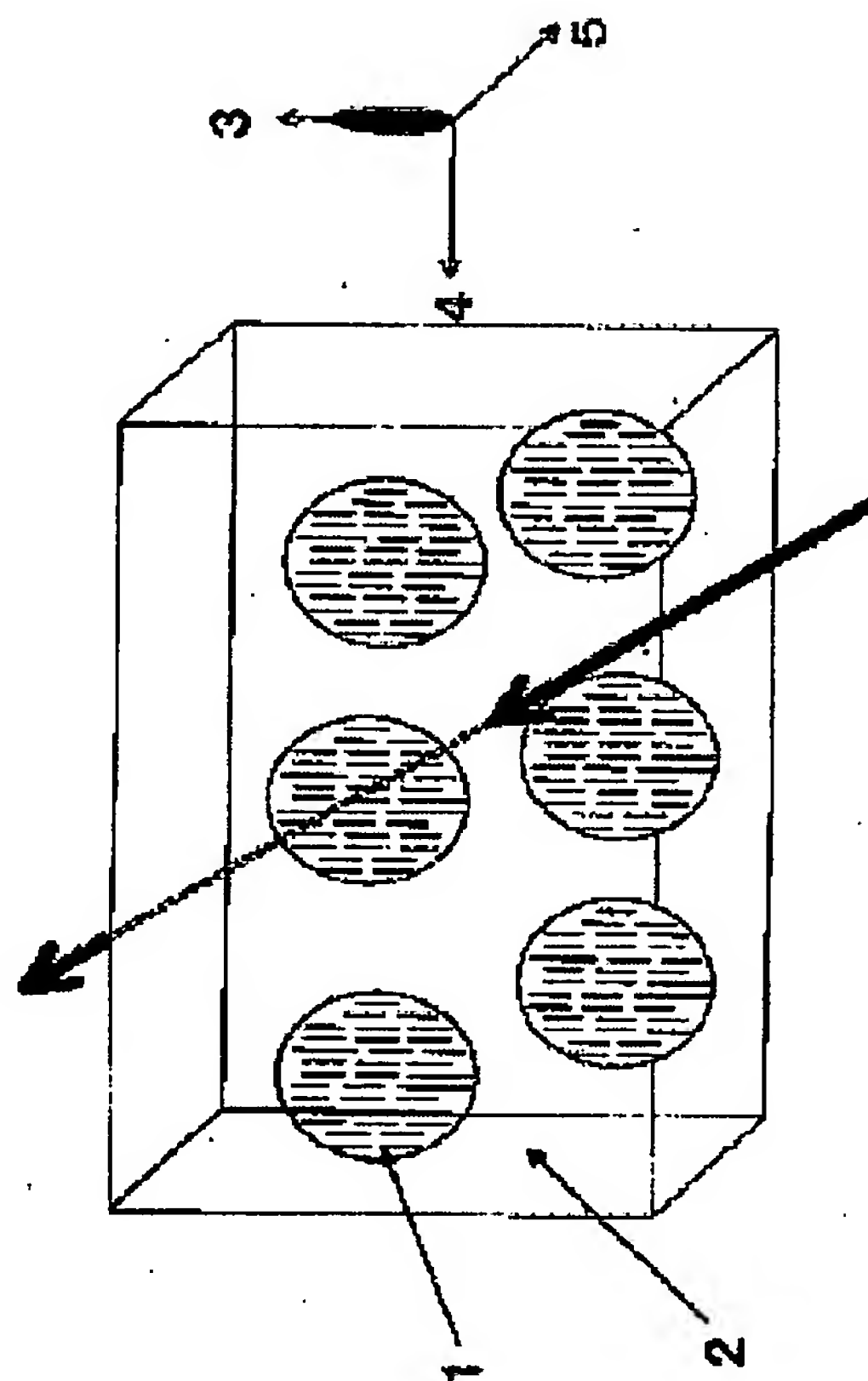
Priority number(s): JP20010233498 20010801

Report a data error here

Abstract of JP2003043260

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a polarizing element capable of flattening and thinning a reflective liquid crystal display device and improving reflection luminance thereof and brightening the liquid crystal display with a simple configuration.

SOLUTION: In the polarizing element scattering one ray of orthogonal linearly polarizing light rays and practically transmitting another ray, the birefringence and alignment state of the optically anisotropic phase are controlled together with a particle diameter of a dispersed phase so as to change the polarization state of the scattered light.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2 0 0 3 - 4 3 2 6 0

(P 2 0 0 3 - 4 3 2 6 0 A)

(43) 公開日 平成15年2月13日 (2003. 2. 13)

(51) Int. Cl. ⁷		識別記号		F I			テーマコード (参考)
G 0 2 B	5/30			G 0 2 B	5/30		2H049
G 0 2 F	1/1335	5 1 0		G 0 2 F	1/1335	5 1 0	2H091
		5 2 0				5 2 0	

審査請求 未請求 請求項の数 2 1 O L (全 2 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-233498 (P2001-233498)

(22) 出願日 平成13年8月1日 (2001. 8. 1)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 白土 健太郎

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真
フイルム株式会社内

(74) 代理人 100074675

弁理士 柳川 泰男

F ターム (参考) 2H049 BA02 BA07 BA26 BA27 BA42

BA44 BA47 BB03 BB43 BB49

BB63 BC03 BC05 BC14 BC22

2H091 FA08X FA08Z FA10Z FA41Z HA06

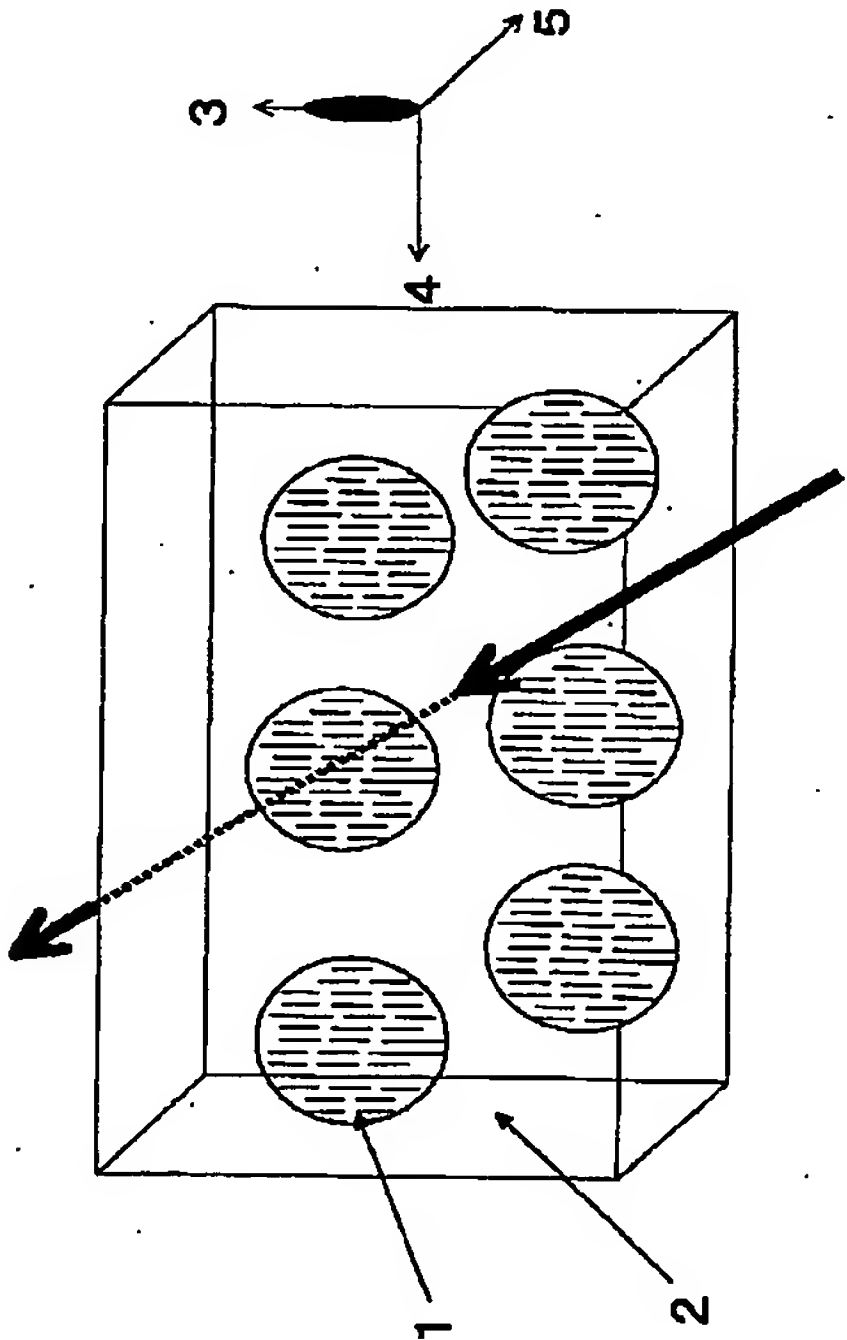
HA07 LA16

(54) 【発明の名称】 偏光素子、偏光板および液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成により平面薄型化が可能であるとともに、反射型液晶表示装置の反射輝度を向上でき液晶表示を明るくすることができる偏光素子を得る。

【解決手段】 直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する偏光素子において、散乱光の偏光状態が変化するように、光学異方性相の複屈折および配向状態を、分散相の粒径と共に制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する偏光素子であって、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも 50% を反対側に出射し、出射光の少なくとも 10% を偏光変換することを特徴とする偏光素子。

【請求項 2】 異方性散乱層が、光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相とからなる請求項 1 に記載の偏光素子。

【請求項 3】 異方性散乱層面内の透過軸方向において、光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相との屈折率差が 0.05 未満である請求項 2 に記載の偏光素子。

【請求項 4】 異方性散乱層面内の散乱軸方向において、光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相との屈折率差が 0.03 以上である請求項 2 に記載の偏光素子。

【請求項 5】 光学的等方性連続相が、高分子化合物からなる請求項 2 に記載の偏光素子。

【請求項 6】 光学的異方性不連続相が、0.5 乃至 10 μm の平均径を有する請求項 2 に記載の偏光素子。

【請求項 7】 光学的異方性不連続相が、液晶性化合物から形成される請求項 2 に記載の偏光素子。

【請求項 8】 液晶性化合物が重合性基を有し、光学的異方性不連続相が、液晶性化合物の重合により形成される請求項 7 に記載の偏光素子。

【請求項 9】 液晶性化合物が、0.1 より大きい固有複屈折を有する請求項 7 に記載の偏光素子。

【請求項 10】 異方性散乱層が、光学的異方性連続相と光学的等方性不連続相とからなる請求項 1 に記載の偏光素子。

【請求項 11】 光学的異方性連続相が、液晶性化合物から形成される請求項 10 に記載の偏光素子。

【請求項 12】 直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子と、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子とが、光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行になるように配置されている偏光板であって、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも 50% を反対側に出射し、出射光の少なくとも 10% を偏光変換することを特徴とする偏光板。

【請求項 13】 光吸収型偏光素子の偏光度が 99% 以上である請求項 12 に記載の偏光板。

【請求項 14】 少なくとも一枚の透明支持体を有する請求項 12 に記載の偏光板。

【請求項 15】 透明支持体が、セルローストリアセートフィルムからなる請求項 14 に記載の偏光板。

【請求項 16】 透明支持体が、メチレンクロライドを使用せずに製造されたセルローストリアセートフィルムである請求項 15 に記載の偏光板。

【請求項 17】 反射板、液晶セル、 $\lambda/4$ 板および偏光板がこの順に積層されている反射型液晶表示装置であって、偏光板が、透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子および直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行になるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも 50% を反対側に出射し、出射光の少なくとも 10% を偏光変換することを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 18】 反射板、液晶セルおよび偏光板がこの順に積層されている反射型液晶表示装置であって、偏光板が、 $\lambda/4$ 板、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子および直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行になるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも 50% を反対側に出射し、出射光の少なくとも 10% を偏光変換することを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 19】 バックライト、偏光板、ツイストネマチック配向モードの液晶セル、そして偏光フィルムがこの順で積層されている液晶表示装置であって、バックライト側の偏光板が、液晶セル側より順に、ディスコティック液晶性分子から形成された光学異方性層、光学異方性透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子、そして、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、ディスコティック液晶性分子の円盤面の法線の光学異方性透明支持体への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に平行または垂直であり、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と光吸収型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行または垂直であり、さらに光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行となるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも 50% を反対側に出射し、出射光の少なくとも 10% を偏光変換することを特徴とするツイストネマチック配向モードの液晶表示装置。

【請求項 20】 バックライト、偏光板、ベンド配向モ

ードの液晶セル、そして偏光板がこの順で積層されている液晶表示装置であって、バックライト側の偏光板が、液晶セル側より順に、ディスコティック液晶性分子から形成された光学異方性層、光学異方性透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子、そして、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、ディスコティック液晶性分子の円盤面の法線の光学異方性透明支持体への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に 45 度であり、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と光吸収型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行または垂直であり、さらに光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸が実質的に平行となるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも 50% を反対側に出射し、出射光の少なくとも 10% を偏光変換することを特徴とするベンド配向モードの液晶表示装置。

【請求項 21】 バックライト、偏光板、水平配向モードの液晶セル、そして偏光板がこの順で積層されている液晶表示装置であって、バックライト側の偏光板が、液晶セル側より順に、ディスコティック液晶性分子から形成された光学異方性層、光学異方性透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子、そして、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、ディスコティック液晶性分子の円盤面の法線の光学異方性透明支持体への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に 45 度であり、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と光吸収型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行または垂直であり、さらに光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸が実質的に平行となるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも 50% を反対側に出射し、出射光の少なくとも 10% を偏光変換することを特徴とする水平配向モードの液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】 本発明は、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を含有する偏光素子に関する。また、本発明は、光吸収型偏光素子と光散乱型偏光素子とを積層した偏光板に関する。さらに、本発明は、光の利用効率を改善した液晶表示装置にも関する。

【0002】

【従来の技術】 太陽光のような自然光やランプのような光源からの光を偏光素子を透過させると、直線偏光、円

偏光、楕円偏光など種々の偏光状態の光を生成することができる。偏光素子は、電界制御複屈折モードやツイストネマティック (TN) モードのような主要な液晶表示装置の重要部材として極めて広範囲に使用されている

(佐藤進著「液晶とその応用」産業図書刊、96~115 頁に記載)。

【0003】 液晶表示装置に用いられる偏光素子としては、一般にヨウ素系や染料系の二色性の光吸収型偏光素子が多く使われている。光吸収型偏光素子は、直交する偏光成分の一方のみを吸収し、透過させないことによってもう一方の直交する偏光成分を透過させることによって直線偏光を生成させる。ただし、光吸収によって直線偏光を生成するので、偏光度が 100% に近い場合、原理的に光透過率の上限は 50% となる。従って、実際の液晶ディスプレイは半分以下の光しか利用できず、ディスプレイ輝度が低いという問題がある。従来より光源の光利用効率を向上すべく、偏光変換を施す手段がいくつか提案されている (特開昭 63-121821 号、特開平 5-224175 号、同 5-232433 号の各公報に記載)。異方性反射方式および異方性散乱方式は、輝度向上フィルムとして工業化され、透過型液晶ディスプレイで広く使用されている。

【0004】 異方性反射方式では、一軸延伸フィルムと未延伸フィルムを多重に積層して、延伸方向の屈折率差を大きくすることにより反射率ならびに透過率の異方性を有する偏光素子、そしてこの素子と通常の二色性の光吸収型偏光素子を積層してバックライト側の偏光素子として用いる。これにより、バックライトの光利用効率を高めることができる (WO 95/17691 号、WO 95/17692 号、WO 95/17699 号の各明細書記載)。具体的には、多層膜方式とコレステリック液晶方式とがある。多層膜方式は、正面輝度向上効果が大きい、偏光度を大きくするため、積層数を数十層以上にする必要があり、生産性に問題がある。コレステリック液晶方式は、ピッチ長の異なるコレステリック液晶を垂直配向した状態で積層し、 $\lambda/4$ 板と組み合わせることで容易に実施できる (欧州特許 606940A2 号明細書、特開平 8-271731 号公報記載)。コレステリック液晶方式は、正面輝度の向上が、多層膜方式より低い。

【0005】 異方性散乱方式では、高分子と液晶の複合体を延伸したフィルムが光学的に異方性の散乱体 (異方性散乱体) となる性質を利用する (リキッドクリスタルズ、1993 年、15 巻、NO. 3、395~407 頁に記載)。WO 97/32223 号、WO 97/32224 号、WO 97/32225 号、WO 97/32226 号の各明細書および特開平 9-274108 号、同 11-174231 号の各公報には、正の固有複屈折性ポリマーと負の固有複屈折性ポリマーをブレンドし一軸延伸することで異方性散乱体を作製する方法が提案されて

いる。異方性散乱方式は、輝度の視野角依存性が小さい特徴を有しているが、正面輝度の向上度は異方性反射方式よりも小さい。

【0 0 0 6】ところで、反射型液晶表示装置は、バックライトが不要で消費電力が小さいために、情報携帯端末、携帯型ゲーム機や携帯電話のような携帯装置のディスプレイとして利用されており、今後、急速に市場拡大していくと予想されている。反射型液晶表示装置は、反射板、液晶セルおよび偏光フィルムがこの順に積層されている基本構造を有する。液晶セルの表示モードについては、TN (Twisted Nematic)、STN (Super Twisted Nematic)、HAN (Hybrid Aligned Nematic)、HPDLC (Holographic Polymer Dispersed Liquid Crystal) のような様々な表示モードが提案されている。TN モードおよび STN モードの反射型液晶表示装置は、既に実用化され広範囲に使用されている。

【0 0 0 7】異方性反射方式および異方性散乱方式の輝度向上フィルムは、透過型液晶表示装置においてはバックライト側に反射もしくは後方散乱した光がバックライト部分で反射した光を再利用できる。しかし、反射型液晶表示装置では、反射もしくは後方散乱光の大部分が大気中に出射され、前記の輝度向上フィルムでは再利用できない。従って、反射型液晶表示装置には、有効な輝度向上手段がないというのが現状である。

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、反射型液晶表示装置にも有効な偏光素子を提供することである。また、本発明の目的は、液晶表示装置、特に、反射型液晶表示装置の輝度を向上できる偏光板を提供することである。さらに、本発明の目的は、光の利用効率改善された液晶表示装置を提供することでもある。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、下記(1)～(16)の偏光素子、下記(17)～(22)の偏光板および下記(23)～(27)の液晶表示装置により達成される。

(1) 直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する偏光素子であって、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも50%を反対側に出射し、出射光の少なくとも10%を偏光変換することを特徴とする偏光素子。

【0 0 1 0】(2) 異方性散乱層が、光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相とからなる(1)に記載の偏光素子。

(3) 異方性散乱層面内の透過軸方向において、光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相との屈折率差が0.05未満である(2)に記載の偏光素子。

(4) 異方性散乱層面内の散乱軸方向において、光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相との屈折率差が0.03以上である(2)に記載の偏光素子。

【0 0 1 1】(5) 光学的等方性連続相が、高分子化合物からなる(2)に記載の偏光素子。

(6) 光学的異方性不連続相が、0.5乃至10 μ mの平均径を有する(2)に記載の偏光素子。

【0 0 1 2】(7) 光学的異方性不連続相が、液晶性化合物から形成される(2)に記載の偏光素子。

(8) 液晶性化合物が重合性基を有し、光学的異方性不連続相が、液晶性化合物の重合により形成される(7)に記載の偏光素子。

10 (9) 液晶性化合物が、0.1より大きい固有複屈折を有する(7)に記載の偏光素子。

【0 0 1 3】(10) 異方性散乱層が、光学的異方性連続相と光学的等方性不連続相とからなる(1)に記載の偏光素子。

(11) 光学的異方性連続相が、液晶性化合物から形成される(10)に記載の偏光素子。

20 【0 0 1 4】(12) 直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子と、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子とが、光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行になるように配置されている偏光板であって、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも50%を反対側に出射し、出射光の少なくとも10%を偏光変換することを特徴とする偏光板。

(13) 光吸収型偏光素子の偏光度が99%以上である(12)に記載の偏光板。

30 【0 0 1 5】(14) 少なくとも一枚の透明支持体を有する(12)に記載の偏光板。

(15) 透明支持体が、セルローストリアセテートフィルムからなる(14)に記載の偏光板。

(16) 透明支持体が、メチレンクロライドを使用せずに製造されたセルローストリアセテートフィルムである(15)に記載の偏光板。

40 【0 0 1 6】(17) 反射板、液晶セル、 $\lambda/4$ 板および偏光板がこの順に積層されている反射型液晶表示装置であって、偏光板が、透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子および直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行になるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも50%を反対側に出射し、出射光の少なくとも10%を偏光変換することを特徴とする反射型液晶表示装置。

50 【0 0 1 7】(18) 反射板、液晶セルおよび偏光板がこの順に積層されている反射型液晶表示装置であって、

偏光板が、 $\lambda/4$ 板、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子および直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行になるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも50%を反対側に出射し、出射光の少なくとも10%を偏光変換することを特徴とする反射型液晶表示装置。

【0018】(19)バックライト、偏光板、ツイストネマチック配向モードの液晶セル、そして偏光フィルムがこの順で積層されている液晶表示装置であって、バックライト側の偏光板が、液晶セル側より順に、ディスコティック液晶性分子から形成された光学異方性層、光学異方性透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子、そして、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、ディスコティック液晶性分子の円盤面の法線の光学異方性透明支持体への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に平行または垂直であり、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と光吸収型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行または垂直であり、さらに光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸が実質的に平行となるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも50%を反対側に出射し、出射光の少なくとも10%を偏光変換することを特徴とするツイストネマチック配向モードの液晶表示装置。

【0019】(20)バックライト、偏光板、ベンド配向モードの液晶セル、そして偏光板がこの順で積層されている液晶表示装置であって、バックライト側の偏光板が、液晶セル側より順に、ディスコティック液晶性分子から形成された光学異方性層、光学異方性透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子、そして、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、ディスコティック液晶性分子の円盤面の法線の光学異方性透明支持体への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に45度であり、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と光吸収型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行または垂直であり、さらに光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸が実質的に平行となるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも50%を反

対側に出射し、出射光の少なくとも10%を偏光変換することを特徴とするベンド配向モードの液晶表示装置。

【0020】(21)バックライト、偏光板、水平配向モードの液晶セル、そして偏光板がこの順で積層されている液晶表示装置であって、バックライト側の偏光板が、液晶セル側より順に、ディスコティック液晶性分子から形成された光学異方性層、光学異方性透明支持体、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光吸収型偏光素子、そして、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する異方性散乱層を有する光散乱型偏光素子の積層体からなり、ディスコティック液晶性分子の円盤面の法線の光学異方性透明支持体への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に45度であり、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と光吸収型偏光素子の偏光透過軸とが実質的に平行または垂直であり、さらに光吸収型偏光素子の偏光透過軸と光散乱型偏光素子の偏光透過軸が実質的に平行となるように配置されており、光散乱型偏光素子が、異方性散乱層の散乱軸に平行な偏光面を有する入射光の少なくとも50%を反対側に出射し、出射光の少なくとも10%を偏光変換することを特徴とする水平配向モードの液晶表示装置。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、異方性散乱層の基本的な構成を示す模式図である。図1に示す異方性散乱層では、光学的等方性連続相(2)中で光学異方性不連続相(1)が相分離して分散状態で存在している。不連続相(1)は複屈折を有する光学異方性化合物からなり、透過軸(4)との方位角を垂直に保ちながら、分子の長軸方向に相当する遅相軸が、散乱軸(3)に対して平行になるように配向している。なお、光の入射方向(5)は、透過軸(4)および散乱軸(3)の双方に垂直となる方向に設定されている。

【0022】図2は、異方性散乱層の別の基本的な構成を示す模式図である。図2に示す異方性散乱層では、光学的異方性連続相(6)中で光学等方性不連続相(7)が相分離して分散状態で存在している。連続相(6)は複屈折を有する光学異方性化合物からなり、透過軸(9)との方位角を垂直に保ちながら、分子の長軸方向に相当する遅相軸(11)が、散乱軸(8)に対して平行になるように配向している。なお、光の入射方向(10)は、透過軸(9)および散乱軸(8)の双方に垂直となる方向に設定する。

【0023】図3は、異方性散乱層に光を入射した状態を示す断面模式図である。図3に示すように、異方性散乱層(14)のフィルム面に垂直の方向で光を入射すると、フィルムの散乱軸と直交する電界ベクトルの光(12)とフィルムの散乱軸に平行な電界ベクトルの光(13)とが生じる。フィルムの散乱軸に平行な電界ベクトルの光(13)は、入射光軸に対して傾斜した角度でフ

イルムを通過する。

【0024】図4は、偏光素子の一般的な形態を示す断面模式図である。図4に示す偏光素子は、図1または図2に示した異方性散乱層(15)のみからなる。図5は、偏光素子の別の一般的な形態を示す断面模式図である。図5に示す偏光素子は、異方性散乱層(15)が透明支持体(16)上に設けられている。図6は、偏光素子のまた別の一般的な形態を示す断面模式図である。図6に示す偏光素子は、異方性散乱層(16)が二枚の透明支持体(16)でサンドイッチされた構成を有している。

【0025】図7は、光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせた偏光板を示す断面模式図である。図7に示す偏光板では、光吸収型偏光層(18)を二枚の透明支持体(16)でサンドイッチした光吸収型偏光素子と、光散乱型偏光素子(17)とを分離した形で使用する。図8は、光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせた別の偏光板を示す断面模式図である。図8に示す偏光板では、光散乱型偏光素子(17)を、光吸収型偏光層(18)の一方の保護フィルムとして使用する。他方の保護フィルムは、透明支持体(16)である。図9は、光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせたまた別の偏光板を示す断面模式図である。図9に示す偏光板でも、光散乱型偏光素子(17)を、光吸収型偏光層(18)の一方の保護フィルムとして使用する。他方の保護フィルムは、光学補償シート(19)として機能する。図10は、光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせたさらに別の偏光板を示す断面模式図である。図10に示す偏光板でも、光散乱型偏光素子(17)を、光吸収型偏光層(18)の一方の保護フィルムとして使用する。他方の保護フィルムは、 $\lambda/4$ (20)として機能する。

【0026】図11は、偏光板を含む反射型液晶表示装置の断面模式図である。図11に示す反射型液晶表示装置は、LED(26)を光源として横に備えた導光板(25)の上に、半透過膜(24)、偏光板(23)、ツイステッドネマチック(TN)モードの液晶セル(22)、そして偏光板(21)をこの順に配置した構造を有する。図11に示す反射型単純マトリックスツイステッドネマチックモードの液晶表示装置では、偏光板(21)として、本発明に従う偏光板を使用することができる。図12は、偏光板を含む別の反射型液晶表示装置の断面模式図である。図12に示す反射型液晶表示装置は、LED(26)を光源として横に備えた導光板(25)の上に、半透過膜(24)、偏光板(23)、スーパーツイステッドネマチック(STN)モードの液晶セル(28)、二枚の位相差板(27)、そして偏光板(21)をこの順に配置した構造を有する。図12に示す反射型単純マトリックススーパーツイステッドネマチックモードの液晶表示装置では、偏光板(21)と

して、本発明に従う偏光板を使用することができる。

【0027】図13は、偏光板を含むまた別の反射型液晶表示装置の断面模式図である。図13に示す反射型液晶表示装置は、反射板(29)、スーパーツイステッドネマチック(STN)モードの液晶セル(28)、二枚の位相差板(27)、そして、偏光板(21)をこの順に配置した構造を有する。図13に示す一枚偏光フィルム方式の反射型単純マトリックススーパーツイステッドネマチックモードの液晶表示装置では、偏光板(21)として、本発明に従う偏光板を使用することができる。図14は、偏光板を含むさらに別の反射型液晶表示装置の断面模式図である。図14に示す反射型液晶表示装置は、冷陰極管(30)を光源として横に備えた導光板(25)の上に、偏光板(23)、 $\lambda/4$ 板(31)、二枚の光学補償フィルム(33)、孔開反射板付ツイステッドネマチック(TN)モードの液晶セル(32)、 $\lambda/4$ 板(31)、そして、偏光板(21)をこの順に配置した構造を有する。図14に示す半透過型アクティブマトリックスツイステッドネマチックモードの液晶表示装置では、偏光板(21)として、本発明に従う偏光板を使用することができる。

【0028】〔光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相とからなる異方性散乱層〕光学的等方性連続相は、光透過率が80%以上を有する材料から形成することが好ましい。光学等方性連続相は、一般に、ポリマーから形成する。ポリマーの例には、ポリオレフィン(例、ポリエチレン、ポリプロピレン)、ノルボルネン樹脂、ポリエステル(例、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート)、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリ塩化ビニル、ポリビニルアルコール、セルロースエステル(例、セルロースアセテート)が含まれる。ポリビニルアルコールおよびポリカーボネートが好ましい。市販のポリマー(例、ゼオネックス、ゼオノア、日本ゼオン(株)製;ARTON、日本合成ゴム(株)製;フジタック(富士写真フィルム(株)製)を使用することもできる。フジタック(富士写真フィルム(株)製)およびゼオノア(日本ゼオン(株)製)が好ましい。二種類以上のポリマーを混合して用いてもよい。

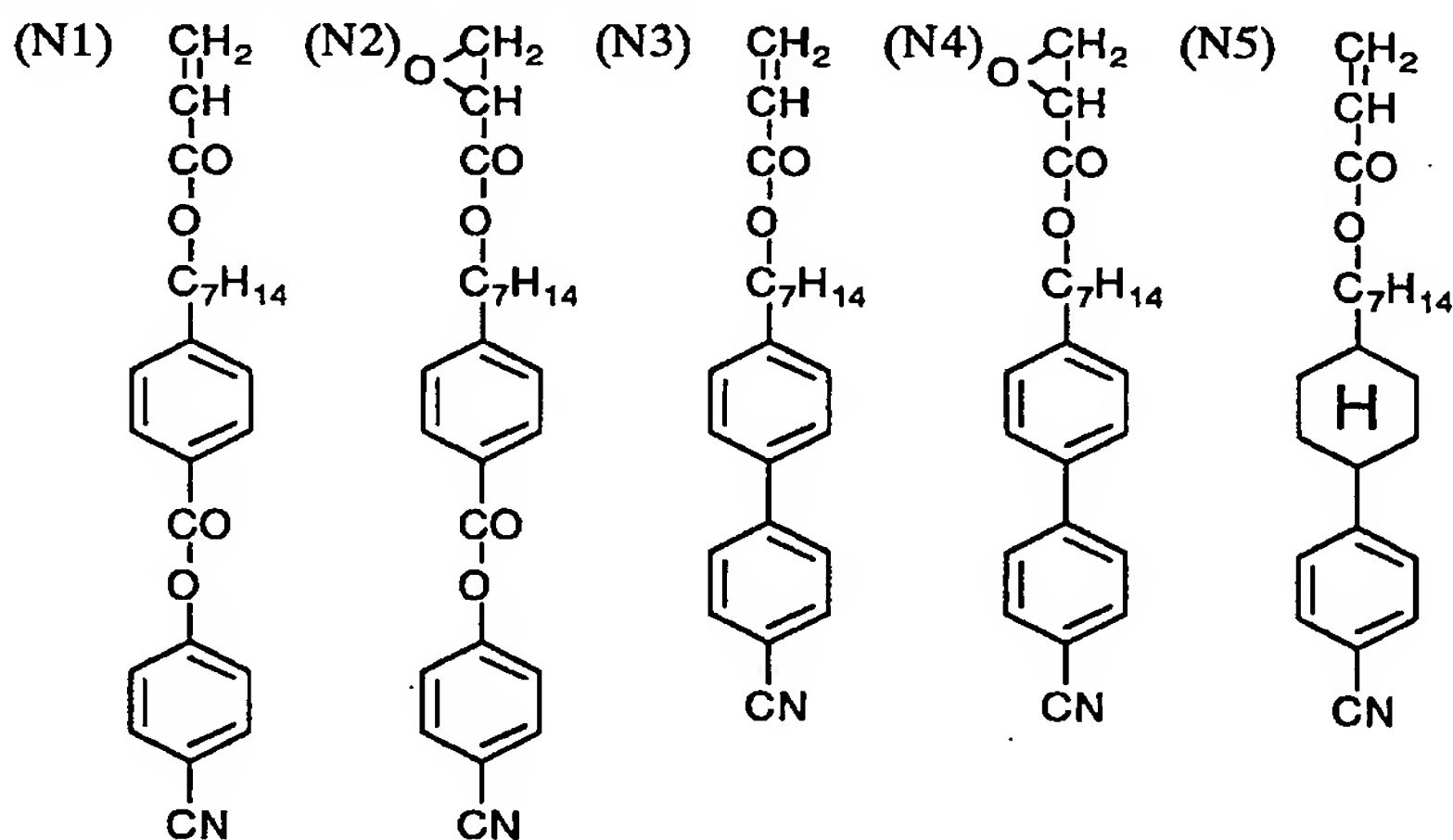
【0029】光学的等方性連続相の複屈折は0.05未満であることが好ましく、0.03未満であることがさらに好ましい。異方性散乱層の厚さは、0.5乃至500 μm が好ましく、1乃至200 μm がさらに好ましい。

【0030】光学的異方性不連続相(分散相)は、屈折率異方性材料を主成分として構成することができる。屈折率異方性材料は、延伸、光照射、電場印加あるいは磁場印加により傾斜一軸配向させることが好ましい。屈折率異方性材料では、直線偏光の一方に対する屈折率と該

直線偏光の他方に対する屈折率が異なっている。屈折率異方性材料として、液晶性化合物が好ましく用いられる。液晶性化合物は、常光屈折率(n_o)と異常光屈折率(n_e)の差、すなわち固有複屈折が大きいことが好ましい。固有複屈折は0.1より大きいことが好ましく、0.2より大きいことがさらに好ましく、0.3より大きいことが最も好ましい。該液晶性化合物の n_o と光学的等方性連続相の屈折率との差は0.05未満であることが好ましく、0.03未満であることがさらに好ましい。また、液晶性化合物の n_e と光学的等方性連続相を構成する高分子素材の屈折率との差は0.03以上であることが好ましく、0.05以上であることがさらに好ましい。

【0031】液晶性化合物は、室温もしくは加熱することによってネマチック相もしくはスメクチック相を示す低分子液晶、例えば、シアノビフェニル系液晶、シアノフェニルシクロヘキサン系液晶、シアノフェニルエステル系液晶、安息香酸フェニルエステル系液晶、フェニルピリミジン系液晶、もしくはそれらの混合物を挙げることができる。また、室温もしくは加熱状態でネマチック相もしくはスメクチック相を示す高分子液晶を使用することもできる。

【0032】光学異方性相には、棒状の液晶性化合物を好ましく使用することができる。棒状液晶性化合物およ*



【0035】

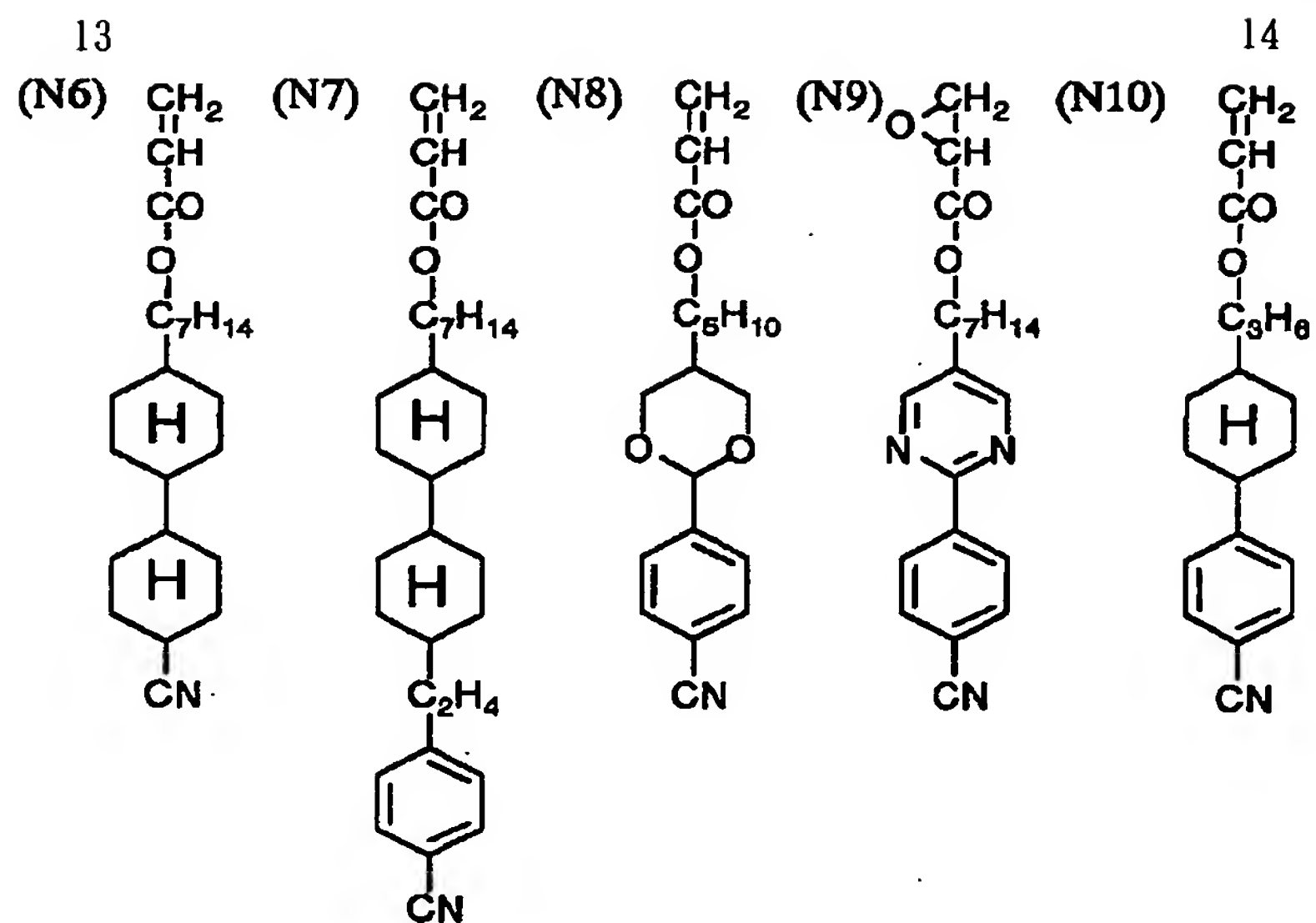
【化2】

*びその組成物については、季刊化学総説 第22巻 液晶の化学(1994年)日本化学会編の第4章、第7章、第10章、および液晶デバイスハンドブック 日本学術振興会第142委員会編の第3章に記載された化合物および組成物を参考にすることができる。光学異方性相では特にネマチック相およびスメクチックC相を示す棒状の液晶性化合物を好ましく使用することができる。

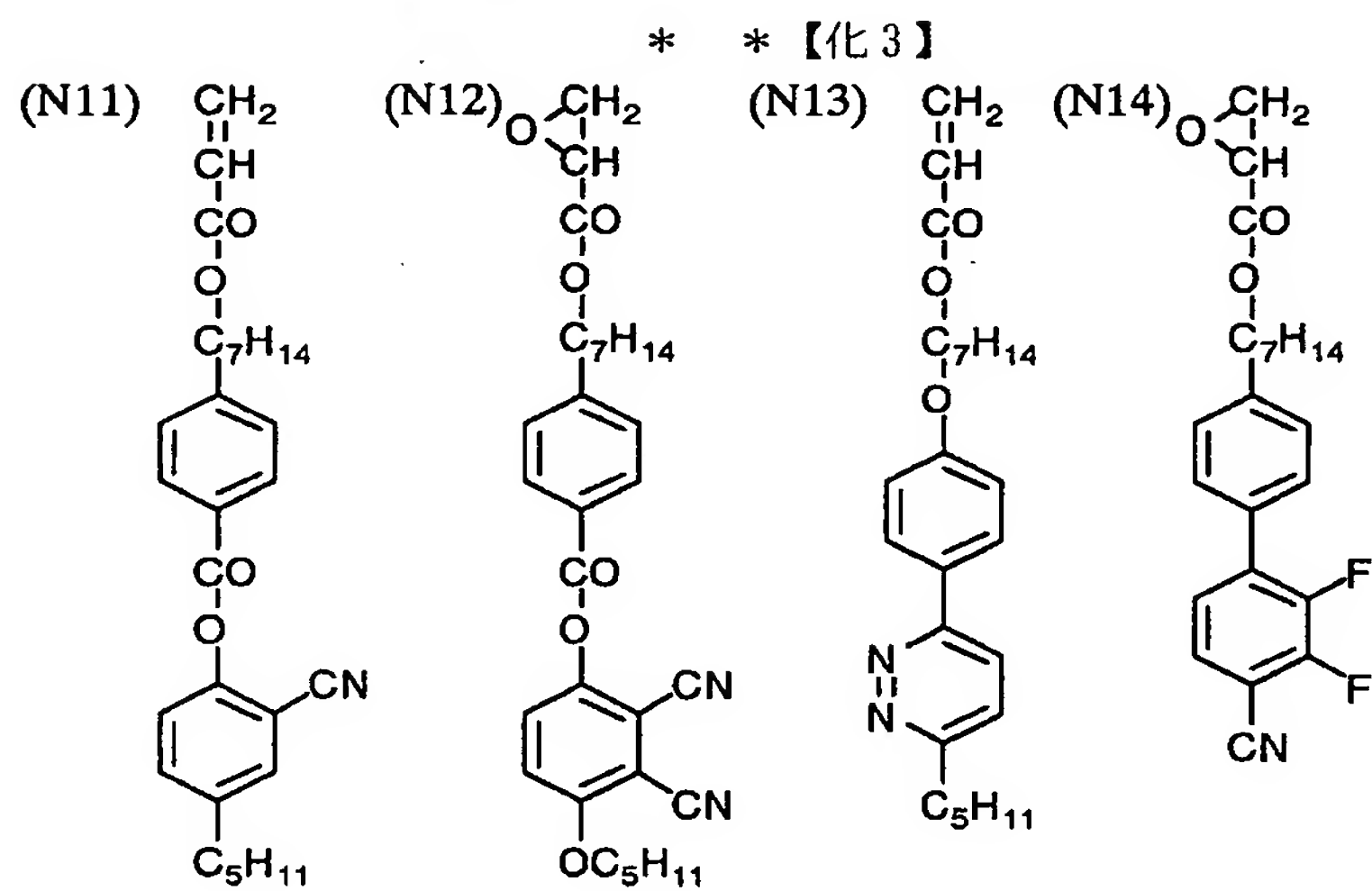
【0033】液晶性化合物の配向状態は長期間または温度、湿度や機械的変形に対し、安定に維持するのが困難な場合が多い。配向状態を長期間にわたって維持するため、重合性の液晶性化合物を使用し、配向状態で重合させ、架橋網目構造を形成させることが望ましい。重合性の液晶性化合物の重合手段としては、熱重合、光重合のいずれを使用することもできるが、本発明では紫外線を用いた光重合が好ましく用いられる。重合性基はエチレン性不飽和基であることが好ましく、液晶性化合物当たり、少なくとも1個導入されていることが好ましい。耐熱性及び配向の均一性の点から、棒状液晶分子の両末端に光重合性基を有する二官能重合性液晶化合物が、特に好ましく用いられる。光学異方性相に好ましく使用される液晶性化合物の例を、以下に挙げる。

【0034】

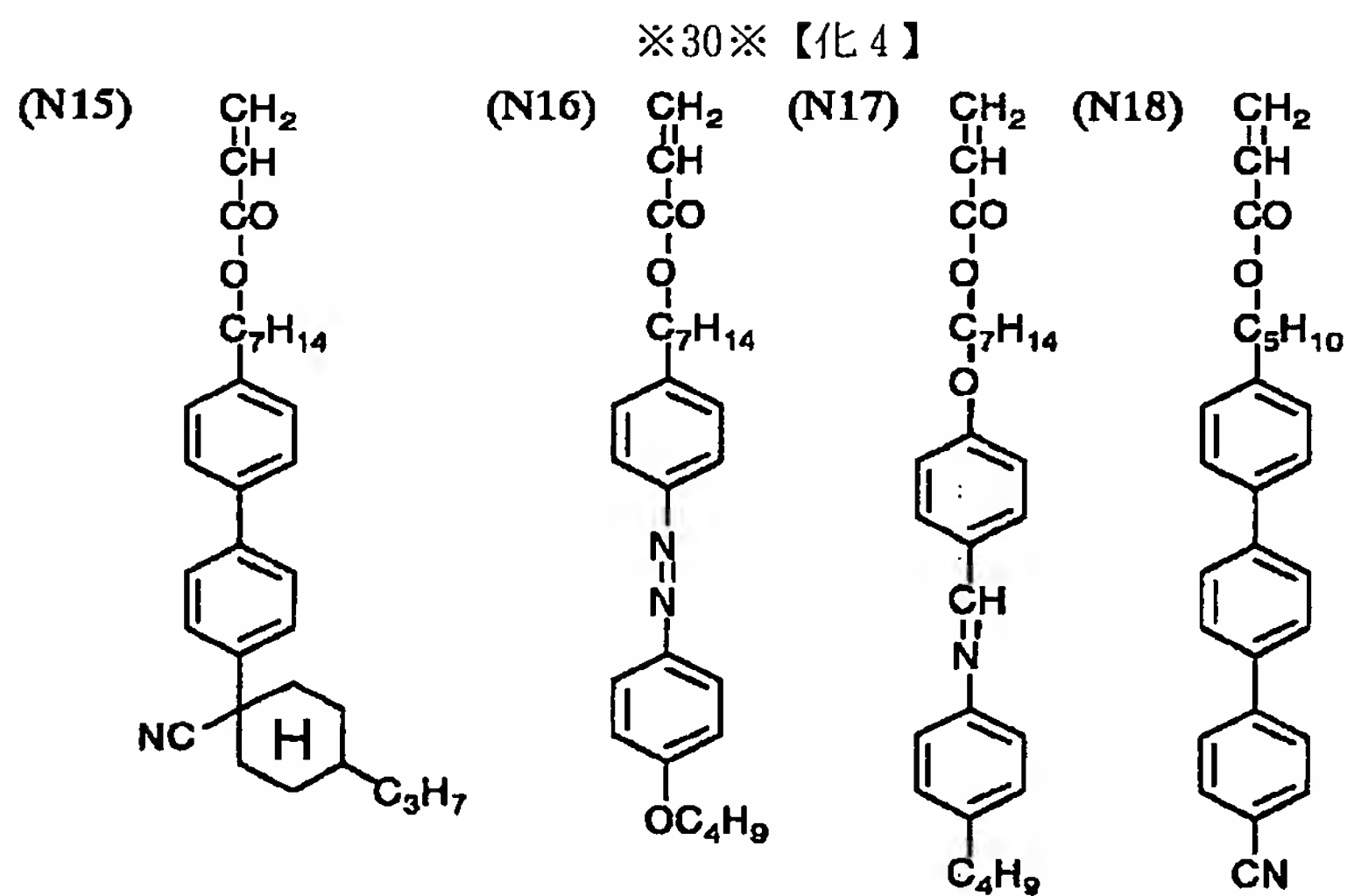
【化1】



【0036】

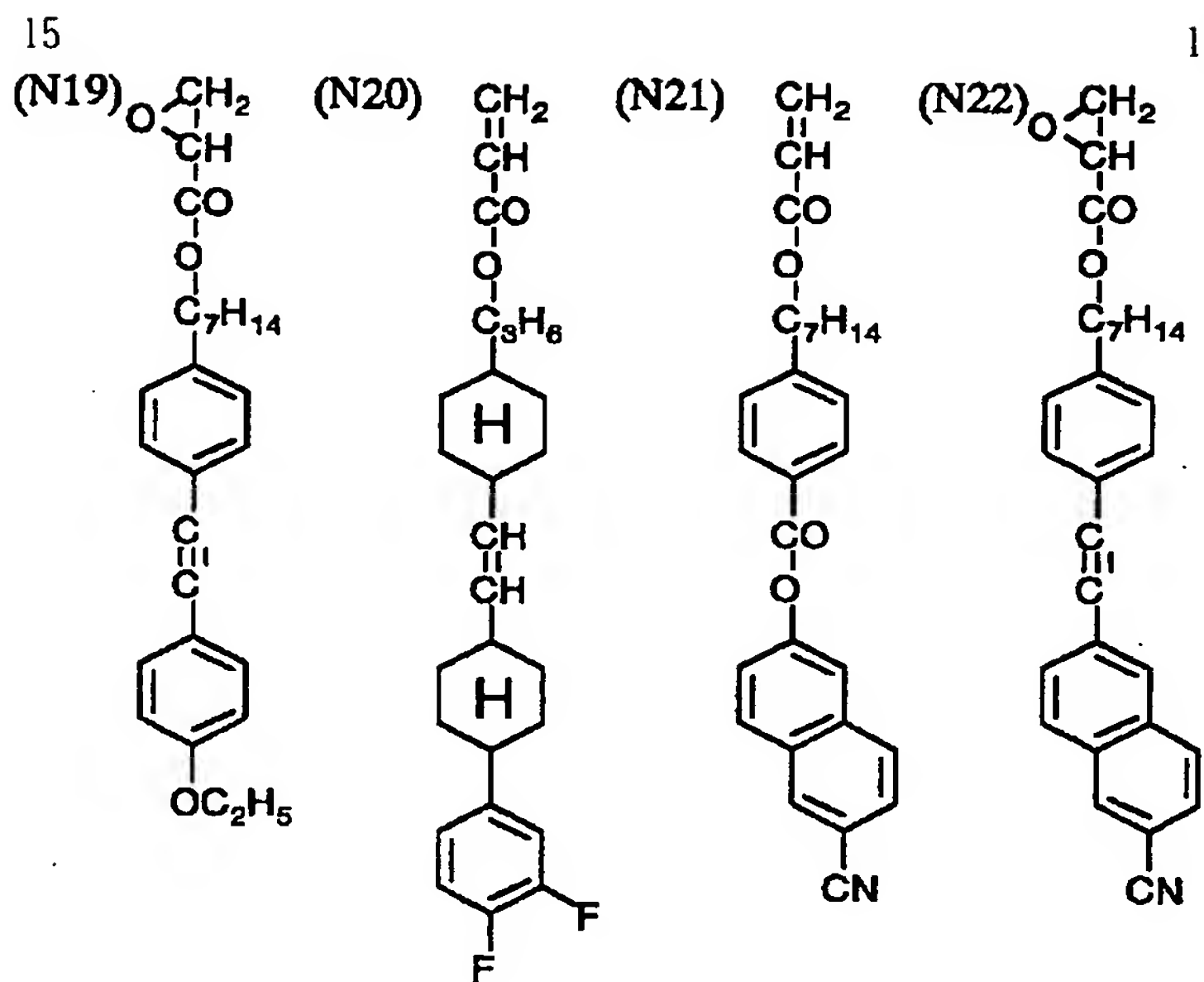


【0037】



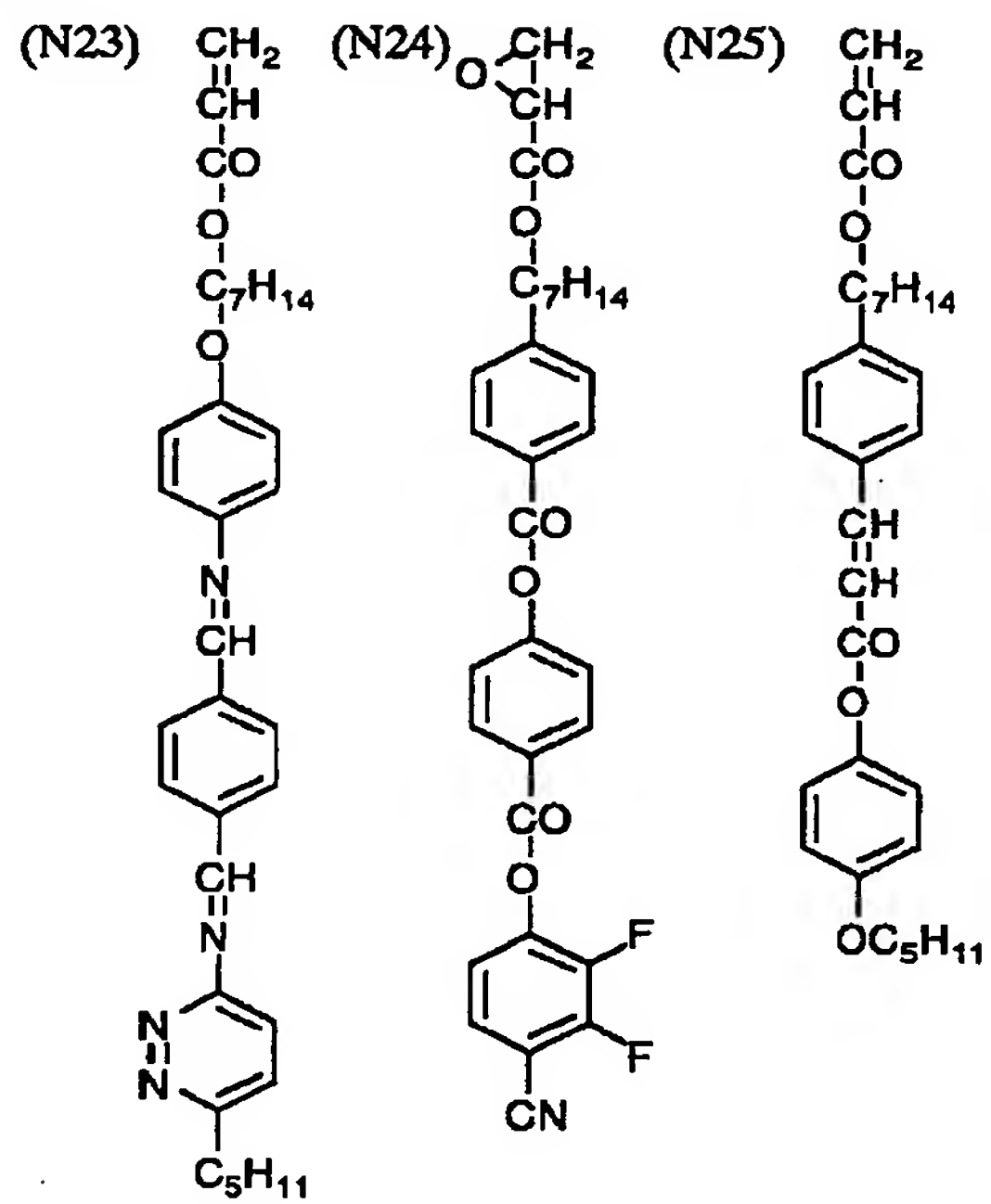
【0038】

【化5】



【 0 0 3 9 】

【化 6】



【 0 0 4 0 】

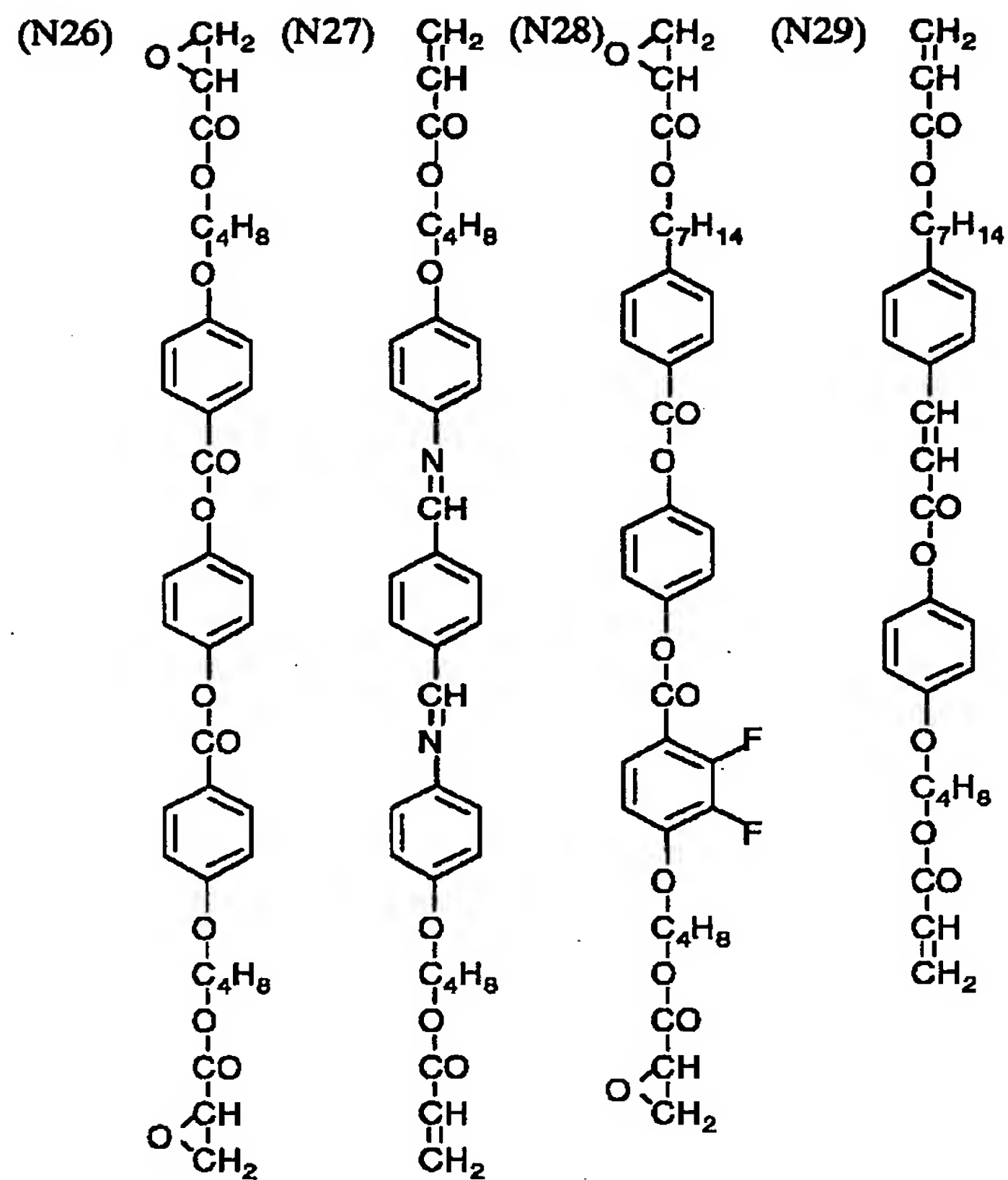
【化 7】

20

30

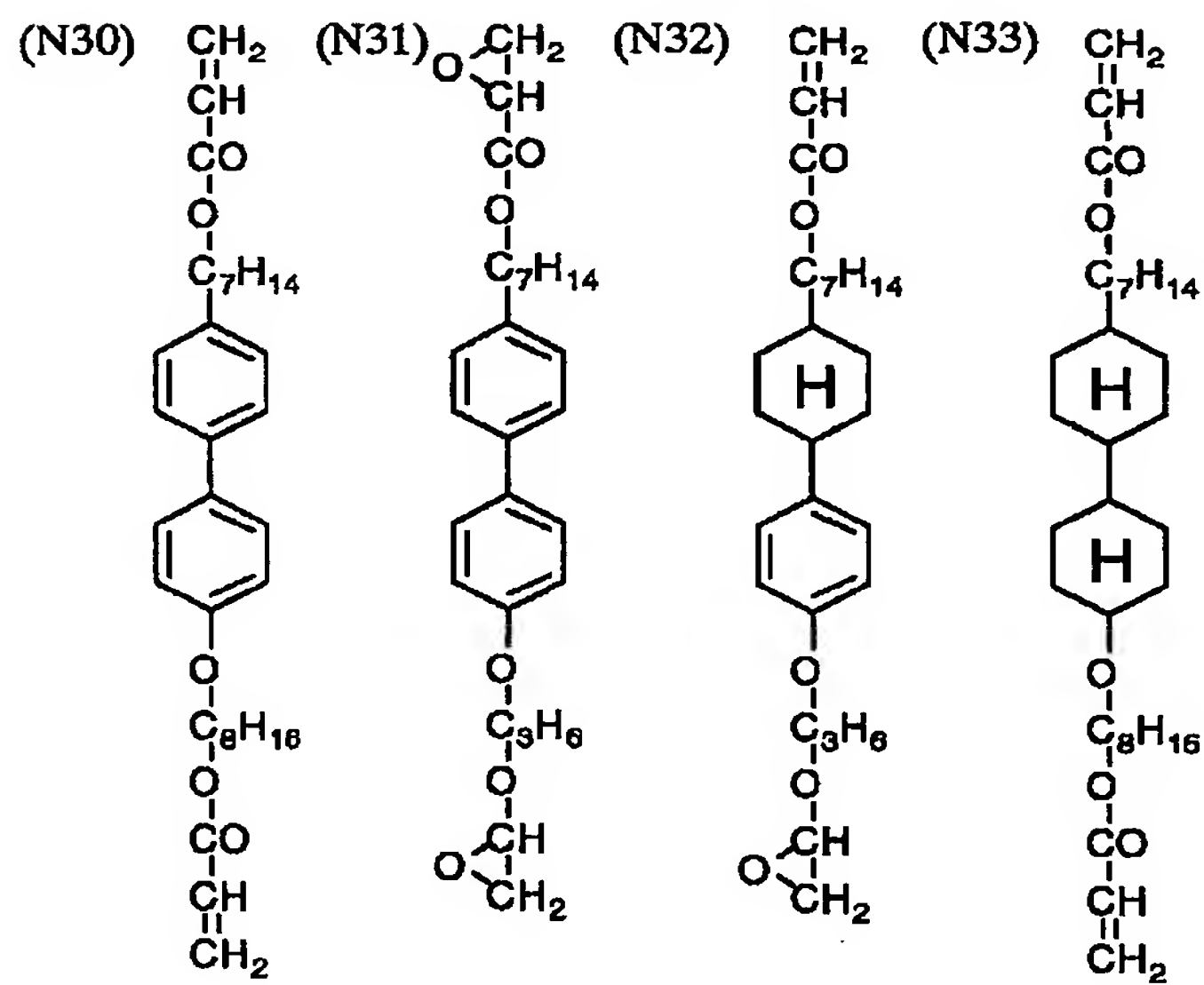
17

18



【0041】

* * 【化8】

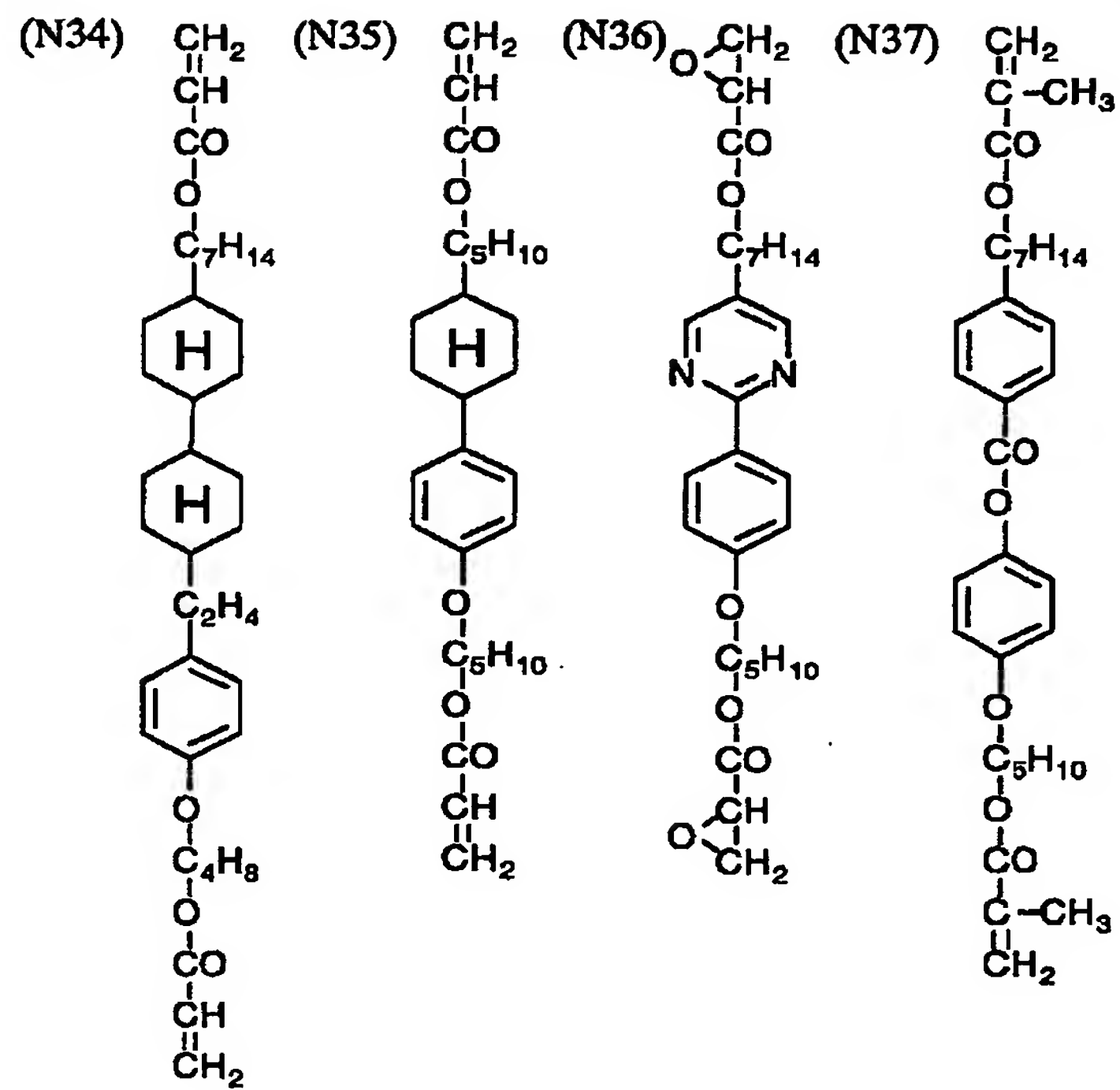


【0042】

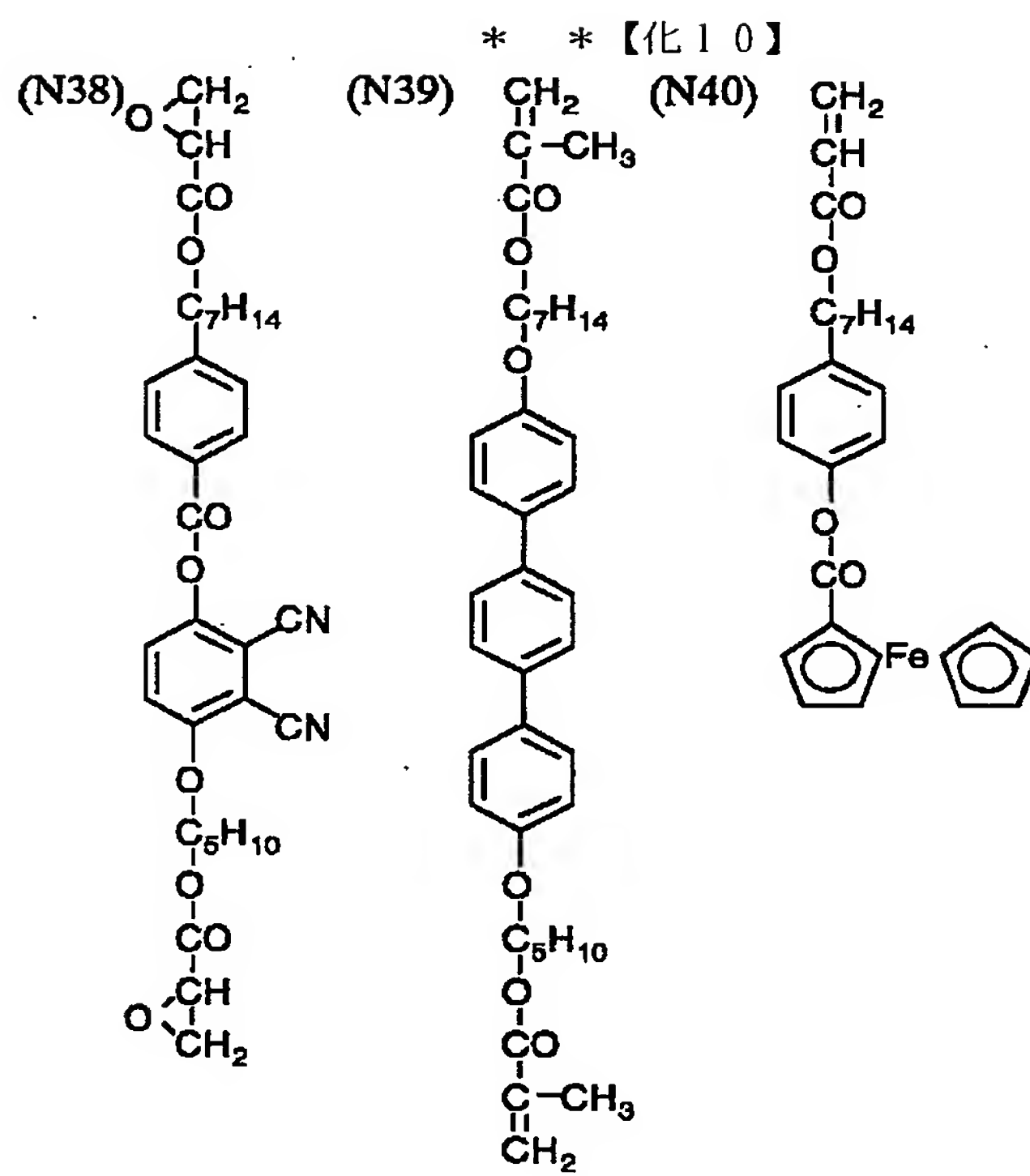
【化9】

19

20

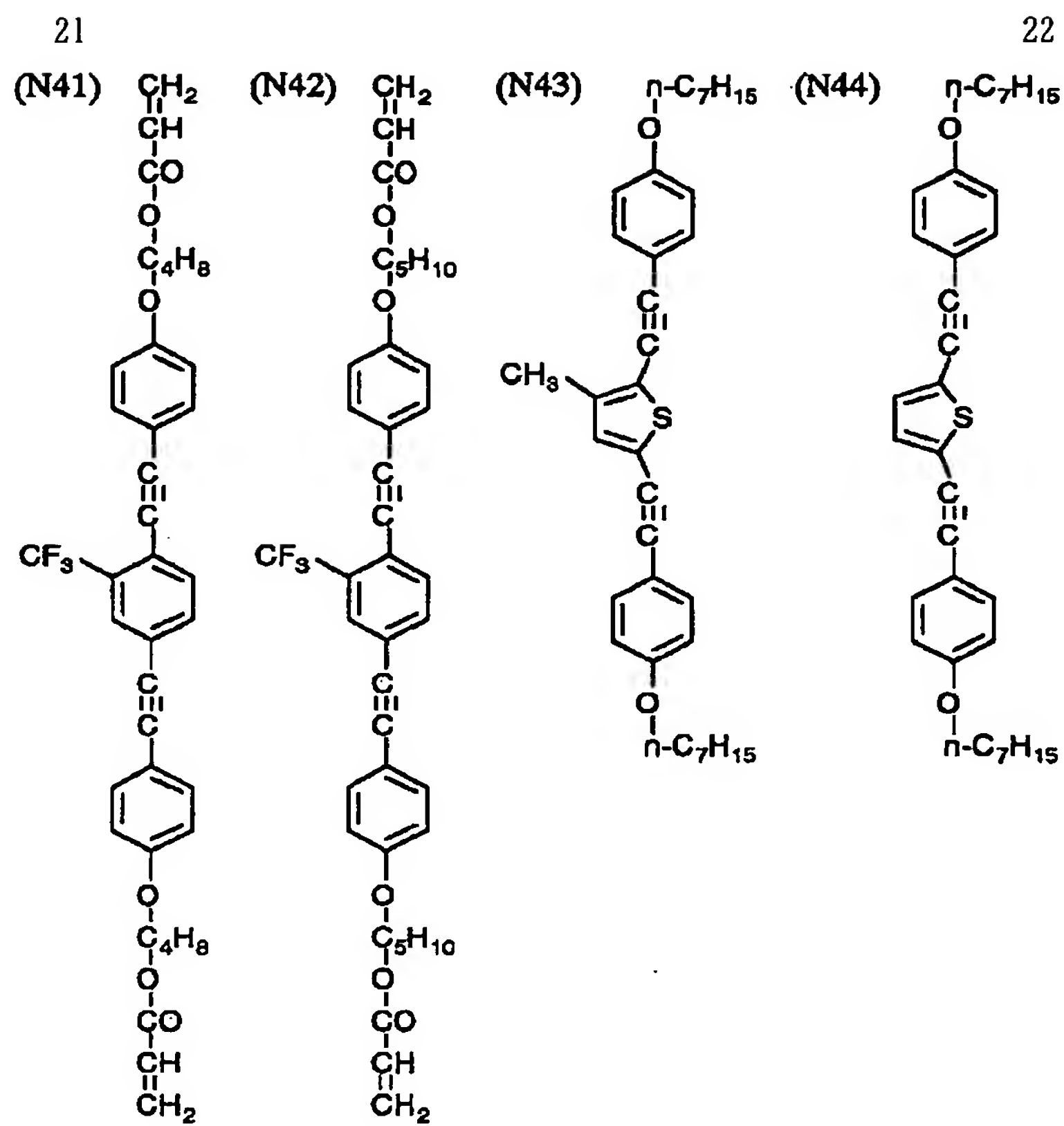


【0043】



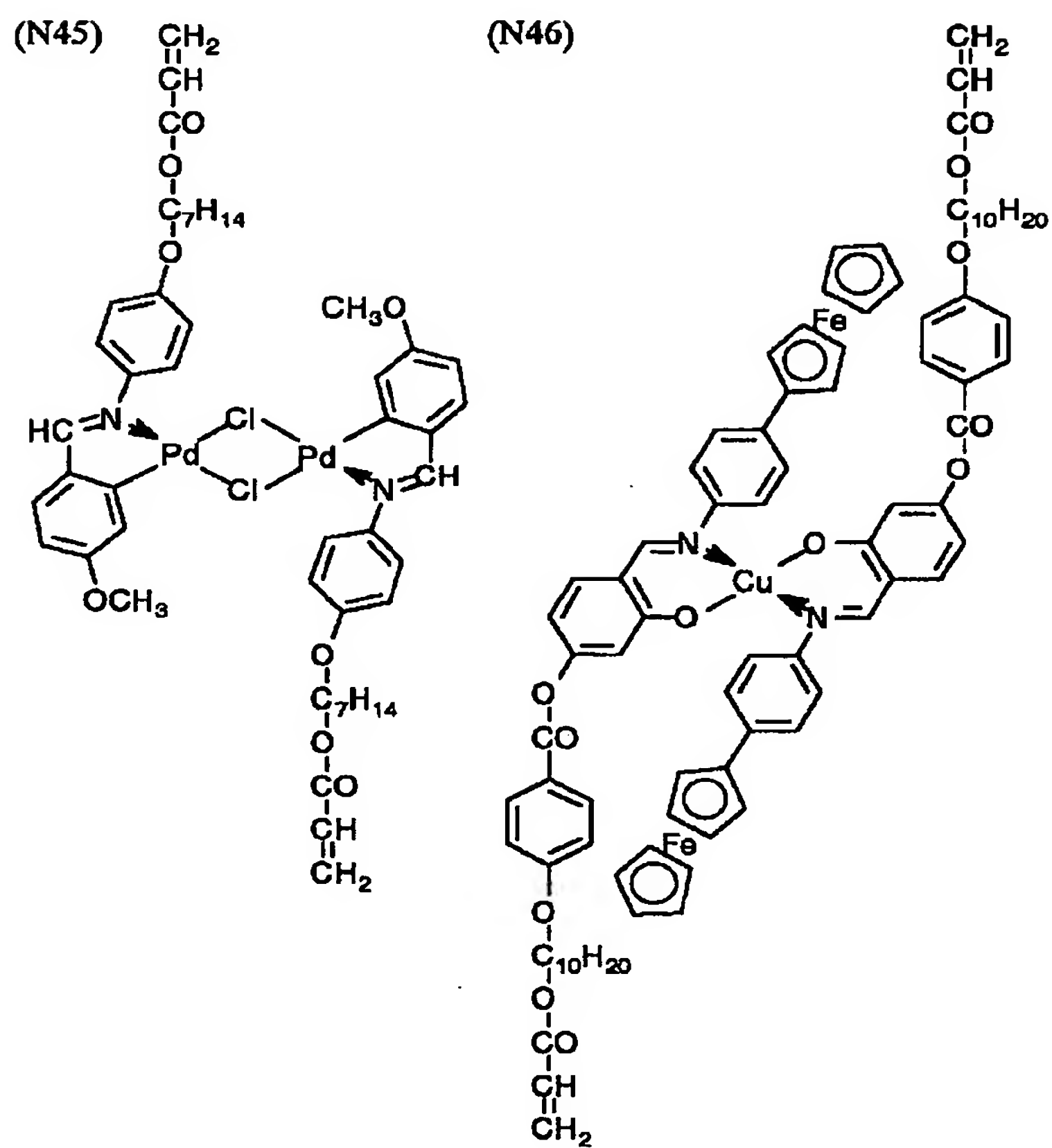
【0044】

【化11】



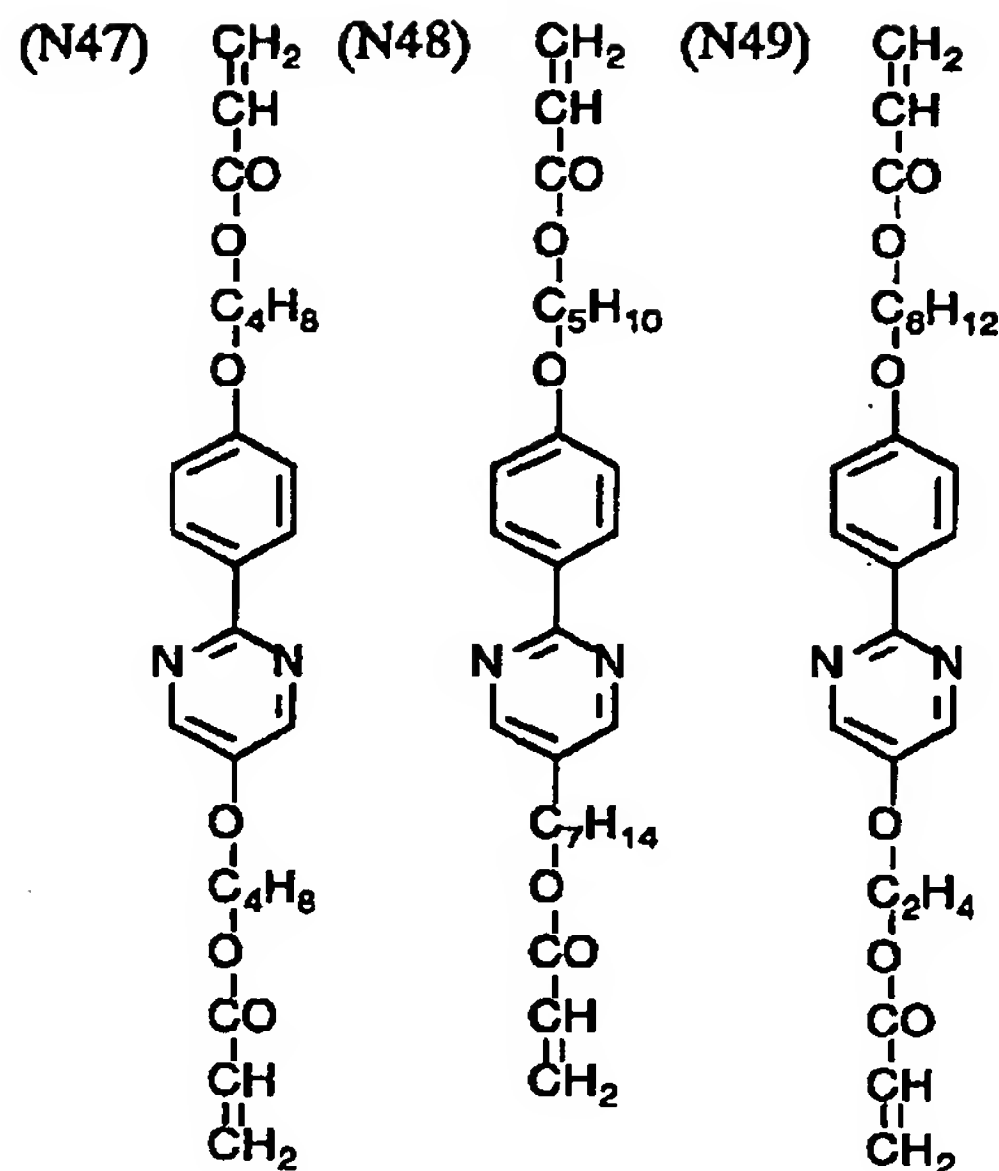
【0045】

* * 【化12】



【0046】

【化13】



【0047】液晶性化合物の好ましい使用量は、光学的等方性連続相を構成する高分子素材 1 g あたり、0.001 乃至 2.0 g が好ましく、0.01 乃至 1.5 g がさらに好ましい。

【0048】光学的異方性不連続相を構成する液晶性化合物は、光を用いてラジカル重合することが好ましい。ラジカル重合に使用する光重合開始剤の例には、チオキサントン系光重合開始剤（例、2,4-ジエチルチオキサントン、2-クロロチオキサントン）、ベンゾフェノン系光重合開始剤（例、ベンゾフェノン、(4-(メチルフェニルチオ)フェニル)フェニルメタノン）およびアントラキノン系光重合開始剤（例、エチルアントラキノン）が含まれる。市販の光重合開始剤（例えば、Ciba Specialty Chemicals, Inc. 製の Irgacure184、Irgacure369、Irgacure500、Irgacure651、Irgacure784、Irgacure819、Irgacure907、Irgacure1000、Irgacure1300、Irgacure1700、Irgacure1800、Irgacure1850、Irgacure2959、Darocur 1173、Darocur 4265等）を用いてもよい。光重合開始剤の添加量は、重合性の液晶性化合物の総量に対し 0.01 質量%以上 20 質量%以下であることが好ましく、0.5 質量%以上 10 質量%以下であることがさらに好ましい。

【0049】光重合性開始剤と、分光増感剤や光重合促進剤（例、p-ジメチルアミノ安息香酸イソamilエステル、p-ジメチルアミノ安息香酸エチルエステル）とを併用してもよい。分光増感剤や光重合促進剤を添加する場合の好ましい添加量は光重合開始剤の 10 質量%以上 300 質量%未満であり、さらに好ましくは 20 質量%以上 200 質量%未満である。

【0050】光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相とからなる異方性散乱層は、光学的等方性連続相を構成する高分子素材の溶液に液晶性化合物および光重合性開始剤などの添加剤を分散した液を塗布後、乾燥し、さ

らに配向させて光照射により配向固定させて製造することが好ましい。

【0051】液晶性化合物をポリビニルアルコールなどの水溶液に乳化分散する場合、分散粒径をコントロールしたり、分散安定性を付与するため界面活性剤を添加することが好ましく行われる。添加する界面活性剤としては特に限定はなく、ノニオン性およびイオン性（アニオン、カチオン、ベタイン）のいずれも使用できる。

【0052】ノニオン界面活性剤は、ポリオキシエチレン、ポリオキシプロピレン、ポリオキシブチレン、ポリグリシジルやソルビタンをノニオン性親水性基とする界面活性剤であり、具体的には、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、ポリオキシエチレン-ポリオキシプロピレングリコール、多価アルコール脂肪酸部分エステル、ポリオキシエチレン多価アルコール脂肪酸部分エステル、ポリオキシエチレン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、脂肪酸ジエタノールアミド、トリエタノールアミン脂肪酸部分エステルを挙げることができる。アニオン界面活性剤としては、カルボン酸塩、硫酸塩、スルホン酸塩、リン酸エステル塩が使用できる。代表的なアニオン界面活性剤は、脂肪酸塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルキルナフタレンスルホン酸塩、アルキルスルホン酸塩、 α -オレフィンスルホン酸塩、ジアルキルスルフォコハク酸塩、 α -スルホン化脂肪酸塩、N-メチル-N-オレイルタウリン、石油スルホン酸塩、アルキル硫酸塩、硫酸化油脂、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル硫酸塩、ポリオキシエチレンスチレン化フェニルエーテル硫酸塩、アルキルリン酸塩、ポリオキシエチレンアルキルエーテルリン酸塩およびナフタレンスルホン酸塩ホルムアルデヒド縮合物である。

【0053】カチオン界面活性剤としてはアミン塩、4級アンモニウム塩、ピリジニウム塩を使用できる。第1〜第3脂肪族アミンの塩および4級アンモニウム塩（例、テトラアルキルアンモニウム塩、トリアルキルベンジルアンモニウム塩、アルキルピリジニウム塩、アルキルイミダゾリウム塩）が好ましい。両性界面活性剤としては、カルボキシベタインおよびスルフォベタインが好ましい。両性界面活性剤の例には、N-トリアルキル-N-カルボキシメチルアンモニウムベタインおよびN-トリアルキル-N-スルフォアルキレンアンモニウムベタインが含まれる。

【0054】界面活性剤については、各種文献（例えば、界面活性剤の応用、幸書房、刈米孝夫著、昭和55年9月1日発行）に記載がある。界面活性剤の使用量は、不連続相の液晶性化合物 1 g あたり、0.001 乃至 1 g が好ましく、0.01 乃至 0.1 g がさらに好ましい。分散は、超音波分散法、ホモジナイザーなどの攪

拌機を使用する方法、サンドミル、コロイドミルのような混練機を使用する方法が好ましい。水不溶性ポリマー（例、セルロースアセテート）に液晶性化合物を分散させる場合、水不溶性ポリマーの有機溶剤溶液に液晶性化合物の有機溶剤溶液を混合し均一な透明混合液を作製後、塗布後の乾燥工程で相分離させることが好ましく行われる。

【0055】異方性散乱層の散乱は、Mie散乱なので、不連続相のサイズを大きくすることで顕著に前方散乱の割合を増大させることができる。入射光と反対側への出射光を確保するため、ある程度まで不連続相のサイズを大きくすることが好ましい。不連続相のサイズは、各領域をほぼ同面積の円で近似した近似円形の平均径で0.5～10 μm の範囲にあることが好ましく、1～5 μm の範囲にあることがさらに好ましい。

【0056】塗布方法は、ディップコート法、エアナイフコート法、カーテンコート法、ローラーコート法、ワイヤーバーコート法、グラビアコート法やエクストルージョンコート法（米国特許2681294号明細書）等が好ましく使用される。2層以上を同時に塗布してもよい。同時塗布の方法は、米国特許2761791号、同2941898号、同3508947号、同3526528号の各明細書および原崎勇次著、コーティング工学、253頁、朝倉書店（1973）を参照することができる。

【0057】異方性散乱層の膜厚は、0.5乃至100 μm であることが好ましく、1乃至70 μm であることがさらに好ましい。

【0058】〔液晶性化合物を配向させる手段〕光学的異方性不連続相を構成する液晶性化合物は、延伸、照射、電場印加および磁場印加の少なくともひとつの手段を用いて配向させることが好ましい。

【0059】（1）延伸法

延伸法を用いて液晶性化合物を配向させる場合、光学的等方性連続相と光学的異方性不連続相とからなる異方性散乱層は上記方法によって、バンドまたはドラムのような無端支持体、あるいは透明支持体に塗布した後、剥ぎ取ってから延伸し、透明支持体にラミネートしてもよいし、透明支持体に塗布した後、そのまま延伸して用いるかまたは別の透明支持体とラミネートまたは別の透明支持体に転写して形成してもよい。延伸倍率は特に不連続相が液晶性化合物の場合、ヨウ素系吸収型偏光フィルム

のように4乃至10倍もの高延伸倍率は必要でないため、生産性の観点から3.0倍以下が好ましく、2.0倍以下がさらに好ましい。

【0060】（2）光配向法

光照射で液晶性化合物を傾斜一軸配向させる場合、光化学反応性基を含有する化合物を液晶性化合物および/もしくは光学等方性バインダーに添加することが好ましく行われる。光化学反応性基は光エネルギーを吸収して励起した状態を経由して、光分解、光架橋、光重合、光酸化還元、光転移、光異性化を行う官能基を意味し、本発明では光架橋および/もしくは光異性化反応を行う官能基を特に好ましく使用することができる。光架橋性官能基は光照射により分子内の結合が切断されたり、あるいは結合の一部が開裂することによって生成したラジカルなどの活性分子が互いに結合したり（光二量化）、あるいは他の分子をラジカル化しとして結合反応をする官能基である。このような光架橋性官能基は、例えば、シンナモイル基、シンナミリデン基、ジアゾ基、アジド基、アクリロイル基、カルコン基、クマリン基などが挙げられるが、この中でも本発明ではシンナモイル基、シンナミリデン基、カルコン基、クマリン基などの光二量化性官能基が特に好ましい。

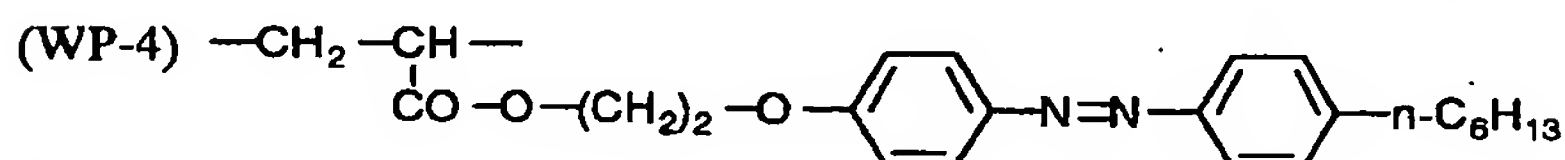
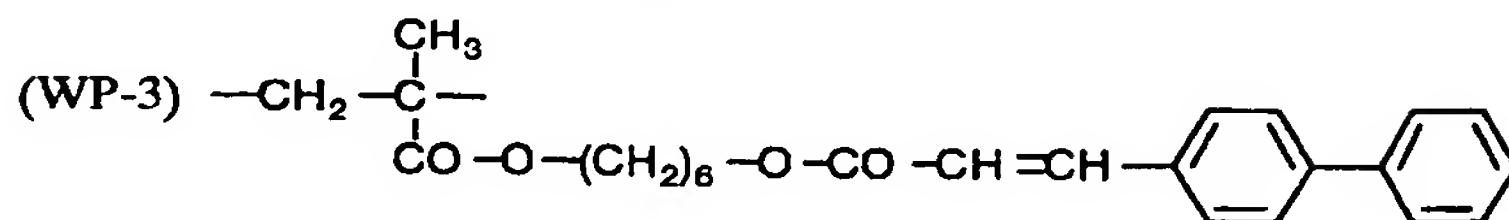
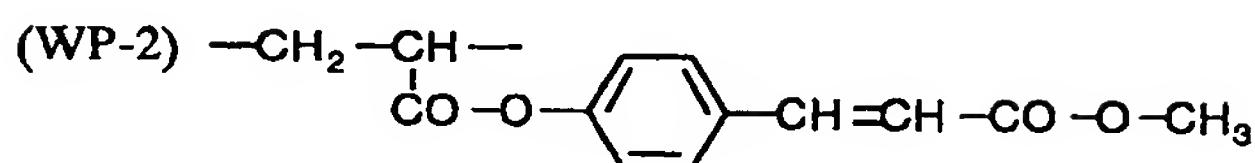
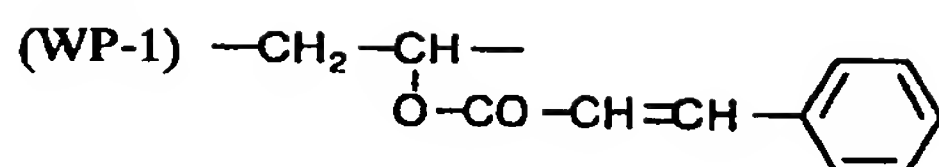
【0061】光異性化反応を行う官能基としては、例えば、光照射によりシス-トランス異性化するアゾベンゼン基(K. Ichimura et al, Langmuir, Vol. 4, 2) ; K. Ichimura et al, Appl. Phys. Lett. Vol. 63, No. 4, Page 449 (1993) ; N. Ishizuki, Langmuir, Vol. 9, Page 3298 (1993) ; N. Ishizuki, Langmuir, Vol. 9, Page 857 (1993))、ヒドラゾノ- β -ケトエステル基(S. Yamamura et al, Liquid Crystal, Vol. 13, No. 2, page 189 (1993))、スチルベン基(市村國宏他、高分子論文集、第47巻、10号、771頁(1990))、およびスピロピラン基(K. Ichimura et al, Chemistry Letters, Page 1063 (1992) ; K. Ichimura et al, Thin Solid Films, Vol. 235, Page 101 (1993))が挙げられる。アゾベンゼン基およびスチルベン基を好ましく使用することができる。

【0062】光化学反応性化合物の好ましい使用量は、不連続相の液晶性化合物1gあたり、0.001乃至1gが好ましく、0.01乃至0.1gがさらに好ましい。光化学反応性化合物の好ましい例を以下に挙げる。

【0063】

【化14】

27



【0064】光配向は、直線偏光照射もしくは斜め非偏光照射により好ましく行われる。照射光の波長は用いる光化学反応性化合物が光学吸収を有する波長領域を好ましく使用することができる。190nm以上、500nm未満であることが好ましく、さらに好ましくは250nm以上、450nm未満である。光源は、超高圧水銀ランプ、フラッシュ水銀ランプ、高圧水銀ランプ、低圧水銀ランプ、低圧水銀ランプ、Deep UVランプ、クセノンランプ、クセノンフラッシュランプ、メタルハライドランプを好ましく使用することができる。直線偏光を用いて光配向させる場合、光源から出射された紫外線は偏光素子を通過させて直線偏光とすることが好ましい。偏光素子としてはグランテーラー型プリズムやグラントムソン型プリズムなどのプリズム系素子もしくはブリュースター角を利用した反射型偏光素子であることが好ましい。照射光量は、1~2000mJ/cm²であることが好ましく、さらに好ましくは5~1000mJ/cm²である。短時間で光学的異方性を発現させるため、加熱しながら直線偏光を照射することも本発明では好ましく行われる。直線偏光照射時の好ましい基板の温度範囲は0℃以上200℃未満であり、さらに好ましくは10℃以上150℃未満である。また、斜め非偏光照射を用いて光配向させる場合、Polym. Mater. Sci. Eng., 66, p263(1992)に記載されているような方法を好ましく使用することができる。

【0065】(3) 電場配向法

光学的等方性連続相に液晶性化合物を分散したフィルムの傾斜した電極間に挿入し、1V以上2000V未満の電圧を印加することで不連続相の液晶性化合物を傾斜一軸配向することができる。電極の傾斜角は10度以上80度未満が好ましい。また、電圧印加は液晶性化合物が液晶相を形成する温度範囲で行い、配向状態で紫外線照射して傾斜配向状態を固定化することが好ましく行われる。

【0066】(4) 磁場配向法

光学的等方性連続相に液晶性化合物を分散したフィルムの傾斜した電磁コイルを備えた磁場配向装置の磁極間に挿入し、0.2T以上10T未満の磁場を印加することで不連続相の液晶性化合物を傾斜一軸配向することがで

28

きる。磁極の傾斜角は10度以上80度未満が好ましい。また、磁場印加は液晶性化合物が液晶相を形成する温度範囲で行い、配向状態で紫外線照射して傾斜配向状態を固定化することが好ましく行われる。

【0067】上記(1)~(4)の少なくともひとつの手段を用いて傾斜一軸配向させる。液晶性化合物の好ましい傾斜角度は10度以上80度未満であり、さらに好ましくは20度以上60度未満である。液晶性化合物の傾斜配向後は、紫外線照射して傾斜配向状態を固定化することが好ましい。紫外線照射重合の照射光波長、照射光量、光源、照射時の基板温度は、前述の光配向法の場合と同じである。光配向法を用いる場合、光配向に使用する照射光波長と重合性の液晶性化合物を光重合させるための照射光波長は異なっている方が好ましい。

【0068】以上のように分散物を作製し、透明支持体上に塗設し、直線偏光照射により液晶性分子を配向させ、さらに必要に応じ配向状態の液晶性分子を光重合することで異方性散乱層を作製することができる。異方性散乱層を透明支持体上に設けることも好ましく行われる。

【0069】[透明支持体] 透明支持体は、光透過率が80%以上を有する材料から形成することが好ましい。透明支持体としては、ポリマーフィルムを用いることができる。ポリマーの例には、ポリオレフィン(例、ポリエチレン)、ノルボルネン樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリ塩化ビニル、ポリビニルアルコール、セルロースエステル(例、セルロースアセテート)が含まれる。二種類以上のポリマーの混合したフィルムを用いてもよい。市販のポリマー(例、ゼオネックス、ゼオノア、日本ゼオン(株)製;ARTON、日本合成ゴム(株)製;フジタック(富士写真フィルム(株)製)を使用することもできる。この中でもフジタック(富士写真フィルム(株)製)、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、ゼオノア(日本ゼオン(株)製)が特に好ましい。透明支持体には、透明性、適度な透湿度、低複屈折性、適度な剛性といった物性が

求められ、セルロースアシレートが好ましく、特にセルロースアセテートが好ましい。

【0070】透明支持体の物性は、用途に応じ任意の値が可能であるが、通常の透過型LCDに用いる場合の代表的な好ましい値を以下に示す。膜厚は取り扱い性や耐久性の観点から5～500 μm が好ましく、20～200 μm がより好ましく、20～100 μm が特に好ましい。レターデーション値は632.8nmにおいて0～150nmが好ましく、0～20nmがより好ましく、0～5nmが特に好ましい。透明支持体の遅相軸は、偏光フィルムの吸収軸と実質的に平行または直交させることが、直線偏光の楕円化を避ける観点から好ましい。ただし、透明支持体に位相差板等、偏光性を変化させる機能を持たせる場合には、この限りではなく、偏光フィルムの吸収軸と透明支持体の遅相軸は任意の角度をとることができる。可視光線透過率は60%以上が好ましく、90%以上が特に好ましい。90℃120時間処理後の寸度減少は、0.3～0.01%であることが好ましく、0.15～0.01%であることが特に好ましい。フィルムの引っ張り試験による抗張力値は、50～1000MPaが好ましく、100～300MPaが特に好ましい。フィルムの透湿度は、100～800g/m²・dayが好ましく、300～600g/m²・dayが特に好ましい。

【0071】透明支持体として好ましいセルロースアシレートは、セルロースの水酸基への置換度が下記式(I)～(III)の全てを満足するものである。

$$\text{【0072】 (I) } 2.6 \leq A + B \leq 3.0$$

$$\text{(II) } 2.0 \leq A \leq 3.0$$

$$\text{(III) } 0 \leq B \leq 0.8$$

式中、AおよびBはセルロースの水酸基に置換されているアシル基の置換基を表し、Aはアセチル基の置換度、またBは炭素原子数3～5のアシル基の置換度である。セルロースには1グルコース単位に3個の水酸基があり、上記の数字はその水酸基3.0に対する置換度を表すもので、最大の置換度が3.0である。セルローストリアセテートは一般にAの置換度が2.6以上3.0以下であり（この場合、置換されなかった水酸基が最大0.4もある）、B=0の場合がセルローストリアセテートである。偏光フィルム透明支持体として用いるセルロースアシレートは、アシル基が全部アセチル基のセルローストリアセテート、及びアセチル基が2.0以上で、炭素原子数が3～5のアシル基が0.8以下、置換されなかった水酸基が0.4以下のものが好ましい。炭素原子数3～5のアシル基の場合、0.3以下が物性の点から特に好ましい。なお、置換度は、セルロースの水酸基に置換する酢酸及び炭素原子数3～5の脂肪酸の結合度を測定し、計算によって得られる。測定方法としては、ASTMのD-817-91に準じて実施することが出来る。

【0073】アセチル基の他の炭素原子数3～5のアシル基はプロピオニル基(C₂H₅CO-)、ブチリル基(C₃H₇CO-) (n-, iso-)、バレリル基(C₄H₉CO-) (n-, iso-, sec-, tert-)で、これらのうちn-置換のものがフィルムにした時の機械的強さ、溶解し易さ等から好ましく、特にn-プロピオニル基が好ましい。また、アセチル基の置換度が低いと機械的強さ、耐湿熱性が低下する。炭素原子数3～5のアシル基の置換度が高いと有機溶媒への溶解性は向上するが、それぞれの置換度が前記の範囲であれば良好な物性を示す。

【0074】セルロースアシレートの重合度（粘度平均）は200～700が好ましく、特に250～550のものが好ましい。粘度平均重合度はオストワルド粘度計で測定することができ、測定されたセルロースアシレートの固有粘度 $[\eta]$ から下記式により求められる。

$$DP = [\eta] / K_m \quad (\text{式中 } DP \text{ は粘度平均重合度、} K_m \text{ は定数 } 6 \times 10^{-4})$$

【0075】セルロースアシレート原料のセルロースとしては、綿花リンターや木材パルプを用いることができる。綿花リンターと木材パルプとを混合して使用してもよい。セルロースアシレートは、通常はソルベントキャスト法により製造される。ソルベントキャスト法は、セルロースアシレートおよび各種添加剤を溶媒に溶解して濃厚溶液（以下、ドープと称する）を調製し、これをドラムまたはバンドのような無端支持体上に流延し、溶媒を蒸発させてフィルムを形成するものである。ドープは、固形分量が10～40質量%となるように濃度を調整することが好ましい。ドラムまたはバンドの表面は、鏡面状態に仕上げておくことが好ましい。ソルベントキャスト法における流延および乾燥方法については、米国特許2336310号、同2367603号、同2492078号、同2492977号、同2492978号、同2607704号、同2739069号、同2739070号、英国特許640731号、同736892号の各明細書、特公昭45-4554号、同49-5614号、特開昭60-176834号、同60-203430号、同62-115035号の各公報に記載がある。

【0076】2層以上のドープを流延する方法も好ましく用いられる。複数のドープを流延する場合、支持体の進行方向に間隔を置いて設けた複数の流延口からドープを含む溶液をそれぞれ流延させて積層させながらフィルムを作製してもよく、例えば特開昭61-158414号、特開平1-122419号、特開平11-198285号、などに記載の方法が適応できる。また、2つの流延口からセルロースアシレート溶液を流延することによってもフィルム化することでもよく、例えば特公昭60-27562号、特開昭61-94724号、特開昭61-947245号、特開昭61-104813号、

特開昭61-158413号、特開平6-134933号、に記載の方法で実施できる。また、特開昭56-162617号に記載の高粘度ドープの流れを低粘度のドープで包み込み、その高、低粘度のドープを同時に押出す流延方法も好ましく用いられる。

【0077】セルロースアシレートを溶解する有機溶媒の例には、炭化水素（例、ベンゼン、トルエン）、ハロゲン化炭化水素（例、メチレンクロライド、クロロベンゼン）、アルコール（例、メタノール、エタノール、ジエチレングリコール）、ケトン（例、アセトン）、エステル（例、酢酸エチル、酢酸プロピル）およびエーテル（例、テトラヒドロフラン、メチルセロソルブ）が含まれる。炭素原子数1~7のハロゲン化炭化水素が好ましく用いられ、メチレンクロライドが最も好ましく用いられる。セルロースアシレートの溶解性、支持体からの剥取り性、フィルムの機械強度等、光学特性等の物性の観点から、メチレンクロライドの他に炭素原子数1~5のアルコールを一種、ないし数種類混合することが好ましい。アルコールの含有量は、溶媒全体に対し2~25質量%が好ましく、5~20質量%がより好ましい。アルコールの例には、メタノール、エタノール、n-プロパノール、イソプロパノールおよびn-ブタノールが含まれる。メタノール、エタノール、n-ブタノールあるいはこれらの混合物が好ましい。

【0078】セルロースアシレートの他に乾燥後固形分となる成分には、可塑剤、紫外線吸収剤、無機微粒子、熱安定剤、帯電防止剤、難燃剤、滑剤、油剤、支持体からの剥離促進剤やセルロースアシレートの加水分解防止剤が含まれる。熱安定剤としては、アルカリ土類金属（カルシウム、マグネシウム）の塩を用いることができる。

【0079】可塑剤としては、リン酸エステルまたはカルボン酸エステルが用いられる。リン酸エステルの例には、トリフェニルフォスフェート（TPP）およびトリクレジルフォスフェート（TCP）、クレジルジフェニルフォスフェート、オクチルジフェニルフォスフェート、ジフェニルビフェニルフォスフェート、トリオクチルフォスフェート、トリブチルホスフェートが含まれる。カルボン酸エステルとしては、フタル酸エステルおよびクエン酸エステルが代表的である。フタル酸エステルの例には、ジメチルフタレート（DMP）、ジエチルフタレート（DEP）、ジブチルフタレート（DBP）、ジオクチルフタレート（DOP）、ジフェニルフタレート（DPP）およびジエチルヘキシルフタレート（DEHP）が含まれる。クエン酸エステルの例には、O-アセチルクエン酸トリエチル（OACTE）およびO-アセチルクエン酸トリブチル（OACTB）、クエン酸アセチルトリエチル、クエン酸アセチルトリブチル、が含まれる。その他のカルボン酸エステルの例には、オレイン酸ブチル、リシノール酸メチルアセチル、

セバシン酸ジブチル、トリメチルトリメリテート等のトリメリット酸エステルが含まれる。グリコール酸エステルの例には、トリアセチン、トリブチリン、ブチルフタリルブチルグリコレート、エチルフタリルエチルグリコレート、メチルフタリルエチルグリコレート、ブチルフタリルブチルグリコレートが含まれる。

【0080】トリフェニルフォスフェート、ビフェニルジフェニルフォスフェート、トリクレジルフォスフェート、クレジルジフェニルフォスフェート、トリブチルフォスフェート、ジメチルフタレート、ジエチルフタレート、ジブチルフタレート、ジオクチルフタレート、ジエチルヘキシルフタレート、トリアセチン、エチルフタリルエチルグリコレートおよびトリメチルトリメリテートが好ましく、トリフェニルホスフェート、ビフェニルジフェニルフォスフェート、ジエチルフタレート、エチルフタリルエチルグリコレートおよびトリメチルトリメリテートがさらに好ましい。二種以上の可塑剤を併用してもよい。可塑剤の添加量はセルロースアシレートに対して5~30質量%が好ましく、8~16質量%がさらに好ましい。可塑剤は、セルロースアシレート溶液の調製の際に、セルロースアシレートや溶媒と共に添加してもよいし、溶液調製中や調製後に添加してもよい。

【0081】紫外線吸収剤は、サリチル酸エステル系、ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系、ベンゾエート系、シアノアクリレート系やニッケル錯塩系の紫外線吸収剤を用いることができる。ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系、サリチル酸エステル系の紫外線吸収剤が好ましい。ベンゾフェノン系紫外線吸収剤の例には、2, 4-ジヒドロキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-アセトキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2, 2'-ジヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2, 2'-ジヒドロキシ-4, 4'-メトキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-n-オクトキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-ドデシルオキシベンゾフェノン、2-ヒドロキシ-4-(2-ヒドロキシ-3-メタクリロキシ)プロポキシベンゾフェノンが含まれる。ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤の例には、2-(2'-ヒドロキシ-3'-tert-ブチル-5'-メチルフェニル)-5-クロルベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-tert-ブチルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ-tert-アミルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ-tert-ブチルフェニル)-5-クロルベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-tert-オクチルフェニル)ベンゾトリアゾールが含まれる。サリチル酸エステル系紫外線吸収剤の例には、フェニルサリシレート、p-オクチルフェニルサリシレート、p-tert-ブチルフェニルサリシレートが含まれる。2-ヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノ

ン、2, 2'-ジヒドロキシ-4, 4'-メトキシベンゾフェノン、2-(2'-ヒドロキシ-3'-tert-ブチル-5'-メチルフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-tert-ブチルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ-tert-アミルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ-tert-ブチルフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾールが特に好ましい。吸収波長の異なる複数の吸収剤を複合して用いることが、広い波長範囲で高い遮断効果を得ることができ、特に好ましい。紫外線吸収剤の量はセルロースアシレートに対し0.01~5質量%が好ましく、0.1~3質量%が特に好ましい。紫外線吸収剤はセルロースアシレート溶解時に同時に添加しても良いし、溶解後のドープに添加しても良い。特にスタティックミキサ等を用い、流延直前にドープに紫外線吸収剤溶液を添加する形態が好ましい。

【0082】セルロースアシレートに添加する無機微粒子としては、シリカ、カオリン、タルク、ケイソウ土、石英、炭酸カルシウム、硫酸バリウム、酸化チタン、アルミナなどを目的に応じ、任意に用いることができる。これら微粒子はドープに添加する前に、高速ミキサー、ボールミル、アトライター、超音波分散機等、任意の手段でバインダー溶液中に分散を行うことが好ましい。バインダーとしてはセルロースアシレートが好ましい。紫外線吸収剤等、他の添加物と共に分散を行うことも好ましい。分散溶媒は任意であるが、ドープ溶剤と近い組成であることが好ましい。分散粒子の数平均粒径は0.01~100 μ mが好ましく、0.1~10 μ mが特に好ましい。上記の分散液はセルロースアシレート溶解工程に同時に添加しても良いし、任意の工程でドープに添加できるが、紫外線吸収剤同様に、攪拌機(例、スタティックミキサー)を用い、流延直前に添加する形態が好ましい。

【0083】支持体からの剥離促進剤としては、界面活性剤が有効でありリン酸系、スルホン酸系、カルボン酸系、ノニオン系、カチオン系など特に限定されない。剥離促進剤として使用できる界面活性剤については、特開昭61-243837号公報に記載がある。

【0084】セルロースアシレートフィルムを透明支持体に用いる場合、偏光膜の構成ポリマー(例えば、ポリビニルアルコール系樹脂)との密着性を高めるため、フィルムを表面処理して親水性を付与することが好ましい。親水化表面処理には、ケン化処理、コロナ処理、火炎処理およびグロー放電処理が含まれる。また、親水性樹脂をセルロースアシレートと親和性のある溶媒に分散し、薄層塗布しても良い。以上の手段の中では、フィルムの平面性、物性が損なわれないため、ケン化処理が特に好ましい。ケン化処理は、例えば苛性ソーダのようなアルカリ水溶液にフィルムを浸漬することで行われる。

処理後は過剰のアルカリを除くため、低濃度の酸で中和し、水洗を十分行うことが好ましい。

【0085】偏光素子の透明支持体表面には、LCDの視野角補償のための光学異方性層(特開平4-229828号、同6-75115号、同8-50206号の各公報に記載)や、ディスプレイの視認性向上のための防眩層や反射防止層、偏光フィルムの耐傷性を高めるためのハードコート層、水分や酸素の拡散を抑えるガスバリア層、偏光フィルムあるいは接着剤、粘着剤との密着力を高める易接着層、スベリ性を付与する層、その他の任意の機能層を設けることができる。光学異方性層は、ディスコティック液晶性分子から形成することが好ましい。機能層は偏光層側に設けても良いし、偏光層と反対面に設けても良く、目的に応じ適宜に選択できる。

【0086】偏光素子には、各種機能膜を透明支持体として直接片面または両面に貼合することができる。機能膜の例としては、 $\lambda/4$ 板、 $\lambda/2$ 板などの位相差膜、光拡散膜、偏光素子と反対面に導電層を設けたプラスチックセル、異方性散乱や異方性光学干渉機能等をもつ輝度向上膜、反射板や半透過機能を持つ反射板が含まれる。

【0087】透明支持体と、異方性散乱層の高分子媒体との接着強度を増大させるために下塗り層、もしくは表面処理を施すことが好ましい。好ましい下塗り層用素材は、ゼラチン、スチレン-ブタジエンラバー、ポリビニルアルコールである。また、好ましい表面処理は、火炎処理、コロナ処理、グロー処理、鹼化処理である。

【0088】[光学的異方性連続相と光学的等方性不連続相とからなる異方性散乱層]光学的異方性連続相は、前述の光学的異方性不連続相と同じ棒状の液晶性化合物を傾斜一軸配向させて構成されることが好ましい。使用する化合物の種類は、前述の光学的異方性不連続相と同じである。配向方法は、延伸法は使用できないが、光配向法、電場配向法、磁場配向法を前述の光学的異方性不連続相の配向と同様に好ましく使用することができる。また、光学的異方性相を連続相とする場合、透明支持体上にポリイミドもしくはポリビニルアルコールのようなポリマーを配向膜として塗設し、ラビングもしくは直線偏光照射によりチルト角の大きな配向性を付与することも好ましく行われる。配向膜の好ましい膜厚は0.01 μ m以上5 μ m以下である。光学的等方性不連続相は、ポリメチルメタクリレートやポリスチレン等の架橋もしくは非架橋ポリマー粒子やシリカ、二酸化チタン、酸化亜鉛、酸化タングステン、酸化錫等の無機粒子を好ましく使用することができる。光学的等方性不連続相の好ましい粒径は前述の光学的異方性不連続相と同じである。光学的等方性不連続相の好ましい使用量は、光学的異方性連続相を構成する素材1gあたり、0.001乃至2.0gが好ましく、0.01乃至1.5gがさらに好ましい。光学的異方性連続相を傾斜配向後、紫外線照射

により配向固定する方法も前述の光学的異方性不連続相と同様に好ましく行われる。本発明の異方性散乱層を透明支持体上に設けることも好ましく行われる。使用する透明支持体は前述のものと同じである。

【0089】異方性散乱層を有する偏光素子は光散乱型偏光素子として、光吸収型偏光素子と組み合わせて好ましく使用される。光吸収型偏光素子は、直交する直線偏光の一方を吸収し、他方を実質的に透過する偏光素子であり、5倍以上に延伸したポリビニルアルコールフィルム中に I_{33} や I_{55} および γ もしくは有機二色性色素を高度に一軸配向させ、ホウ酸で架橋したものをセルローストリアセテートのような保護フィルムでサンドイッチしたものが一般に使用されている。このような光吸収型偏光素子の偏光度（以下の式で定義）は、99%以上であることが好ましく、400nm～700nmの平均光線透過率は40%以上であることが望ましい。

【0090】

【数1】

$$\text{偏光度 (\%)} = 100 \times \sqrt{\frac{P-C}{P+C}}$$

【0091】式中、Pは透過軸を平行にした2枚の偏光素子を透過する光の透過率であり；そして、Cは透過軸を直交させた2枚の偏光素子を透過する光の透過率である。

【0092】異方性散乱層を有する光学フィルムとの組み合わせは、図7に示されるように光吸収型偏光素子と別々の偏光素子として使用してもよいし、図8～10のように光吸収型偏光素子の保護フィルムの一方を置換して光吸収型素子に一体化して使用してもよい。その際、異方性散乱層を有する偏光素子の透過軸と光吸収型偏光素子の透過軸とが実質的に平行になるように配置して使用することが望ましい。また、異方性散乱層の透過軸異方性散乱層を有する偏光素子は異方性散乱層が光吸収型偏光素子よりも外側（液晶セルの反対側）となるように配置することが望ましい。

【0093】外光もしくはフロントライトから液晶表示装置に入射した光は、異方性散乱層を有する偏光素子を通過する際、直交する直線偏光の一方を散乱し、他方を実質的に透過する。透過した直線偏光は、次に光吸収型偏光素子を通過し、液晶セルに入射する。本発明の偏光素子は散乱したもう一方の直線偏光のうち、50%以上は前方散乱することが好ましく、70%以上は前方散乱することがさらに好ましい。散乱光は配向した異方性不連続相もしくは連続相を通過する際に、異方性不連続相もしくは連続層のレタデーションの大きさに依存する形で偏光状態が変化する。本発明では、次の式で定義される偏光変化率において、散乱軸の偏光変換率において、散乱軸の偏光変換率が10%以上であることが好ましく、15%以上であることがさらに好ましい。また、透

過軸の偏光変換率は20%未満であることが好ましく、10%未満であることがさらに好ましい。

【0094】

【数2】

$$\text{散乱軸偏光変換率}_{// \rightarrow \perp} (\%) = \frac{T_{\perp}}{T_{\perp} + T_{//}} \times 100$$

$$\text{透過軸偏光変換率}_{\perp \rightarrow //} (\%) = \frac{T_{//}}{T_{\perp} + T_{//}} \times 100$$

【0095】散乱軸偏光変換率は、散乱軸（遅相軸および液晶配向方向と同じ）に平行な直線偏光をサンプルに入射した場合の、散乱軸平行方向の透過率（ $T_{//}$ ）、散乱軸と直交方向の透過率（ T_{\perp} ）から算出される。透過軸偏光変換率は散乱軸（遅相軸および液晶配向方向と同じ）と直交する直線偏光をサンプルに入射した場合の、散乱軸平行方向の透過率（ $T_{//}$ ）、散乱軸と直交方向の透過率（ T_{\perp} ）から算出される。 $T_{//}$ および T_{\perp} は、例えば、分光光度計の積分球もしくは受光機とサンプルの間に偏光板の透過軸をサンプルの散乱軸と平行もしくは直交させておくことにより測定できる。

【0096】偏光素子は、図9に示したように液晶表示装置の光学補償フィルムと組み合わせると、広視野角化、高輝度化を図ることができる。光学補償フィルムとしては、特許第2587398号公報に記載のディスコティック化合物を用いることが好ましい。また、光学補償フィルムを偏光素子と一体型化したものも好ましく使用することができる（特開平7-191217号公報記載）。さらに、偏光素子は図10に示したように $\lambda/4$ 板と組み合わせることで、反射型液晶表示装置の薄型化を図ることもできる。ここで、（光散乱型および光吸収型）偏光素子の透過軸と $\lambda/4$ 板の遅相軸とが実質的に45°となるように配置することが好ましい。

【0097】偏光素子の表面に反射防止層を付与することもできる。反射防止層により表面反射が減少し、結果としてディスプレイの輝度を上昇させることができる。この反射防止層は例えば日本写真学会誌、29、P. 137（1966）に知られているような低屈折率層と高屈折率層の積層体でも、低屈折率層を一層のみ設けたものでも良い。

【0098】（液晶表示装置）偏光板は、液晶表示装置に組み込んで使用する。本発明は、液晶表示装置がツイストネマチック配向モードの液晶セル、ベンド配向モードの液晶セルまたは水平配向モードの液晶セルを有する場合に、特に効果がある。透過型液晶表示装置では、液晶セルの両側（バックライト側と観察者側）に二枚の偏光板を使用する。偏光板をバックライト側の偏光板として使用すると、液晶表示装置の光の利用効率を改善できる。本発明に従う偏光板は、バックライト付き透過型の液晶表示装置のバックライト側の偏光板として、光散乱型偏光素子が光吸収型偏光素子よりバックライト側にな

るように配置して用いる。これにより、光吸収型偏光素子のみからなる偏光板を用いた液晶表示装置よりもバックライト光の偏光板透過率を高くなる。その結果、明るく鮮明な画像を表示できる。光吸収型偏光素子の光吸収軸に平行な偏光成分は、偏光素子内部でその100%近くが吸収される。本発明に従う偏光板においては、光吸収型偏光素子の光吸収軸と光散乱型偏光素子の散乱軸が平行に配置されている。そのため、バックライトの光吸収軸に平行な偏光成分は、最初に入射する異方性散乱層で強く散乱を受け、後方散乱光がバックライト側に戻される。

【0099】後方散乱光の大部分は、バックライト部分（例えば、導光板、光拡散板、集光シート）で散乱反射された後に再び異方性散乱層に入射する。この再入射した光は、散乱に基づく偏光解消を受けて楕円偏光になるため、偏光素子の光透過軸に平行な偏光成分が出現する。また、前方散乱光についても僅かに散乱解消によって楕円偏光となるため、光透過軸に平行な偏光成分が出現する。これらの結果として、偏光素子の光透過軸に平行な偏光成分が増加し、トータルでバックライト光の偏光素子透過率が上昇する。一体型の偏光板の偏光度については、一体化された偏光板の高い偏光度がそのまま維持され、偏光素子単独の偏光度と同等以上の値を得ることができる。ツイストネマチック（TN）配向モードの液晶セルは、最も普通に（特に、TF-T液晶表示装置に）用いられている液晶セルであって、様々な文献に記載がある。本発明の偏光板と光学異方性透明支持体上にディスコティック液晶性化合物から形成した光学異方性層を有する光学補償シートとを一体化した積層体を、ツイストネマチック配向モードの液晶表示装置に組み込む場合、ディスコティック液晶性化合物の円盤面の法線の光学異方性透明支持体面への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に平行または実質的に垂直になるように、光学異方性層と光学異方性透明支持体とを配置する。また、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と偏光素子の面内透過軸とは、実質的に平行または実質的に垂直になるように、光学異方性透明支持体と偏光素子とを配置する。

【0100】ベンド配向モードの液晶セルは、セル中央部の液晶分子がねじれ配向していてもよい。ベンド配向液晶セルでは、液晶性化合物の屈折率異方性 n と、液晶セルの液晶層の厚み d との積（ nd ）は、輝度と視野角を両立させるために、100乃至2000nmの範囲であることが好ましく、150乃至1700nmの範囲であることがさらに好ましく、500乃至1500nmの範囲であることが最も好ましい。偏光板と光学異方性透明支持体上にディスコティック液晶性化合物から形成した光学異方性層を有する光学補償シートとを一体化した積層体を、ベンド配向モードの液晶表示装置に組み込む場合、ディスコティック液晶性化合物の円盤面の法線の

光学異方性透明支持体面への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に45°になるように、光学異方性層と光学異方性透明支持体とを配置する。また、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と偏光素子の面内透過軸とが実質的に平行または実質的に垂直になるように、透明支持体と偏光素子とを配置する。

【0101】水平配向液晶セルでは、液晶性化合物の屈折率異方性 n と、液晶セルの液晶層の厚み d との積（ nd ）は、輝度と視野角を両立させるために、100乃至2000nmの範囲にあることが好ましく、100乃至1000nmの範囲にあることがさらに好ましく、100乃至700nmの範囲にあることが最も好ましい。本発明の偏光素子と光学異方性透明支持体上にディスコティック液晶性化合物から形成した光学異方性層を有する光学補償シートとを一体化した積層体を、水平配向モードの液晶表示装置に組み込む場合、ディスコティック液晶性化合物の円盤面の法線の光学異方性透明支持体面への正射影の平均方向と光学異方性透明支持体の面内遅相軸との角度が実質的に45°になるように、光学異方性層と光学異方性透明支持体とを配置する。また、光学異方性透明支持体の面内遅相軸と偏光素子の面内透過軸とが実質的に平行または実質的に垂直になるように、光学異方性透明支持体と偏光素子とを配置する。液晶セルは、いずれも、ノーマリーホワイトモード（NWモード）またはノーマリーブラックモード（NBモード）で用いることができる。

【0102】偏光素子を反射型液晶表示装置に用いることにより、光の利用効率が大きくなり、結果として表示画像の輝度が上昇する。

【0103】

【実施例】[実施例1]

（異方性散乱層用塗布液の調製）重合性液晶化合物N41（ $\Delta n=0.37$ 、 $n_o=1.87$ ）2g、重合性液晶化合物N42（ $\Delta n=0.37$ 、 $n_o=1.50$ ）2g、ジペンタエリスリトールペンタアクリレートとジペンタエリスリトールヘキサアクリレートとの混合物（DPHA、日本化薬（株）製）0.1g、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）0.1gを酢酸エチル2gに溶解し、孔径30 μm のポリプロピレン製フィルターでろ過して、不連続相用重合性液晶溶液を調製した。一方、ポリビニルアルコール（PVA205、クラレ（株）製）0.6質量%水溶液53.3gに、界面活性剤としてドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム2質量%水溶液0.8gを添加、溶解後、孔径30 μm のポリプロピレン製フィルターでろ過して、連続相用水溶液を調製した。不連続相用重合性液晶溶液と連続相用水溶液とを混合し、ホモジナイザーにより9000rpmで10分間攪拌した。ポリビニルアルコール（PVA205、クラレ（株）製）20質量%水溶液5

8. 4 g を加え、スターラーで 15 分間攪拌して異方性散乱層用塗布液を調製した。不連続相の平均分散径は 1.1 μm であった。連続相成分のポリビニルアルコールの屈折率は、1.52 であった。

【0104】（塗布膜の調製および延伸法による傾斜配向）異方性散乱層用塗布液をダイを用いてバンド流延、乾燥し、厚み 40 μm となるようにした。このフィルムをバンドから剥ぎ取り、40℃、相対湿度 60% で 1.5 倍延伸の後、100℃で 2 分間熟成した。160 W/cm の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス（株）製、波長範囲 200～500 nm、最大波長 365 nm）を用いて、照度 200 mW/cm²、照射量 400 mJ/cm² の紫外線を照射して不連続相を硬化させ、偏光素子を作製した。

*

* 【0105】 [実施例 2]

（異方性散乱層用塗布液の調製）液晶性化合物 N41 ($\Delta n = 0.37$) 4 g、光化学反応性化合物 (WP-1) 0.4 g、光重合開始剤 (イルガキュア 907、チバガイギー社製) 0.1 g および酢酸エチル 2 g をポリビニルアルコール (PVA 205、クラレ (株) 製) の 10 質量% 水溶液 120 g に混合し、ホモジナイザーを用いてこの液を分散して異方性散乱層用塗布液を調製した。不連続相の平均径は 1.5 μm であった。

10 【0106】（微粒子分散液の調製）下記の組成からなる微粒子分散液を調製し、アトライターにて体積平均粒径が 0.7 μm になるように分散した。

【0107】

微粒子分散液組成

シリカ（アエロジル R972、日本アエロジル（株）製）	0.67 質量%
セルロースアセテート（置換度 2.8）	2.93 質量%
トリフェニルフォスフェート	0.23 質量%
ビフェニルジフェニルフォスフェート	0.12 質量%
メチレンクロライド	88.37 質量%
メタノール	7.68 質量%

【0108】（原料ドープの調製）下記の組成からなるセルローストリアセテート原料を調製した。

※

※ 【0109】

セルローストリアセテート原料組成

置換度 2.8 のセルローストリアセテート	89.3 質量%
トリフェニルフォスフェート	7.1 質量%
ビフェニルジフェニルフォスフェート	3.6 質量%

【0110】固形分 100 質量部のセルローストリアセテート原料に対し、微粒子分散液 17.9 質量部を添加し、さらにジクロロメタン 9.2 質量% とメタノール 8 質量% からなる混合溶媒を適宜添加し、攪拌溶解しドープを調製した。ドープの固形分濃度は 18.5 質量% であった。このドープを濾紙（東洋濾紙（株）製、#63）にてろ過し、さらに焼結金属フィルター（日本精線（株）製 06N、公称孔径 10 μm ）でろ過し、さらに★

★メッシュフィルター（日本ボール（株）製 RM、公称孔径 45 μm ）でろ過した。

【0111】（紫外線吸収剤溶液の調製）下記の組成からなる紫外線吸収剤溶液を調製し、フィルター（アストロポア 10 フィルタ、富士写真フイルム（株）製）にてろ過した。

40 【0112】

紫外線吸収剤溶液組成

2-（2'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ-tert-ブチルフェニル）-5-クロルベンゾトリアゾール	5.83 質量%
2-（2'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ-tert-アミルフェニル）ベンゾトリアゾール	11.66 質量%
置換度 2.8 のセルロースアセテート	1.48 質量%
トリフェニルフォスフェート	0.12 質量%

ビフェニルジフェニルフォスフェート
メチレンクロライド
メタノール

0.06質量%
74.38質量%
6.47質量%

【0113】（透明支持体の作製）原料ドーブに対し、スタティックミキサを用い、上記紫外線吸収剤溶液を、ドーブ中の固形分に対し紫外線吸収剤量が1.04質量%になるよう調節しつつ、ドーブの配管経路において添加、混合した。このドーブをエンドレスベルト上に流延し、自己支持性を持つまで熱風乾燥し、フィルムとして剥離した。剥離した時点の残留溶剤は、3.8質量%であった。このフィルムをテンター式乾燥機に導入し、両端を保持して張力を与えつつ乾燥し、残留溶剤が1.4質量%になるまで乾燥した。以降ローラー乾燥ゾーンにて乾燥し、残留溶剤が0.1質量%になるまで乾燥した。完成フィルムの膜厚は80 μ m、レターデーションは3.1nm、フィルム長手方向の抗張力は140MPaであった。

【0114】（残留溶剤量の測定）残留溶剤は、島津製作所製GC-18Aを用い、メチレンクロライド、メタノール、n-ブタノールを定量した。残量溶剤量は湿量基準であり、これら溶剤の総和が、溶剤を含むサンプル総質量に占める割合を示す。

【0115】（ドーブ固形分濃度の測定）ドーブ固形分濃度（%）は、湿量基準で（ドーブを120℃2時間加熱した減量分質量）／（元のドーブ質量）×100で求めた。

【0116】（粒子分散粒径の測定）MALVERN社製マスターサイザーMS20にて測定した。

【0117】（フィルムのレターデーションの測定）レターデーションは王子計測（株）製自動複屈折計KOBRA21DHにて、632.8nmにおける値を測定した。

【0118】（フィルムの抗張力の測定）抗張力はオリエンテック（株）製RTA-100引張試験機にて、初期試料長100mm、引張速度200mm/minの条件にて、23℃、65%RHにて測定した。

【0119】（塗布膜の調製および光配向法による傾斜配向）作製した厚さ80 μ mのトリアセチルセルロースフィルムを透明支持体として用い、その上に、調製した異方性散乱層用塗布液をバーコーターを用いて塗布し、100℃で5分間乾燥した。膜厚は8 μ mであった。この後、紫外線露光装置を用いて、313nmの直線偏光を、基板に対し斜め85度上方向から照射光強度10mW/cm²で基板温度を70℃とした状態で10分間照射した。このフィルムを支持体ごと100℃の恒温槽に2分間放置し、熟成してから、160W/cmの空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス（株）製、波長範囲200～500nm、最大波長365nm）を用いて、照度200mW/cm²、照射量400mJ/cm²の紫外線を照射して不連続相の傾斜配向状態を保ったまま硬化させ、偏光素子を作製した。

m²の紫外線を照射して不連続相の傾斜配向状態を保ったまま硬化させ、偏光素子を作製した。

【0120】[実施例3]

（異方性散乱層用塗布液の調製）室温において、液晶性化合物N45（ $\Delta n=0.40$ ）4g、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）0.1g、平均酢化度59.0%のセルロースアセテート12g、メチレンクロライド54.3g、メタノール9.9gおよびn-ブタノール2.0gを混合して、塗布液を調製した。

【0121】（塗布膜の調製および電場による傾斜配向）異方性散乱層用塗布液を、ガラス板上に流延し、室温で1分間乾燥後、45℃で5分間乾燥させた。乾燥後の溶剤残留量は3.0質量%であった。セルロースアセテートフィルムをガラス板から剥離し、適当な大きさに切断した後、そのまま120℃で30分間乾燥したところ、溶剤残留量は0.1質量%で、フィルムの厚さは、97 μ mだった。フィルム断面の超薄切片を透過型電子顕微鏡で観察したところ、液晶性化合物からなる不連続相の平均径は2.3 μ mだった。この後、基板温度80℃でフィルム上に電極を2本置いて、20kVの電圧印加を5分間行った。電圧印加を3分間行った時点で、160W/cmの空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス（株）製、波長範囲200～500nm、最大波長365nm）を用いて、照度200mW/cm²、照射量400mJ/cm²の紫外線をフィルムに照射して不連続相の配向状態を保ったまま硬化させ、偏光素子を作製した。

【0122】[実施例4]

（異方性散乱層用塗布液の調製）室温において、液晶性化合物N43（ $\Delta n=0.45$ ）4g、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）0.1g、平均粒径2.1 μ mのシリカ粒子1.3g、メチルエチルケトン27g、シクロヘキサノン27gを混合、分散して、塗布液を調製した。

【0123】（塗布膜の調製および磁場による傾斜配向）公技（発明協会公開技報）番号2001-1745号の実施例1に記載の試料101と同様に作製した厚さ80 μ mのトリアセチルセルロースフィルムに、ポリビニルアルコールを配向膜として0.2 μ m塗布し、ラビングした。この上に上記の異方性散乱層用塗布液Dをバーコーターを用いて塗布し、100℃で5分間乾燥した。膜厚は9 μ mだった。この後、基板温度90℃でフィルムを基板に対し45度傾斜した磁極間に挿入し、2Tの磁場印加を5分間行った。磁場印加を3分間行った時点で、160W/cmの空冷メタルハライドランプ

(アイグラフィックス(株)製、波長範囲 200～500 nm、最大波長 365 nm)を用いて、照度 200 mW/cm²、照射量 400 mJ/cm² の紫外線をフィルムに照射して不連続相の傾斜配向状態を保ったまま硬化させ、偏光素子を作製した。

【0124】(偏光素子の評価)実施例 1～4 で作製した偏光素子の光線透過率および光散乱性(ヘイズ)をヘイズメーター MODEL 1001DP(日本電色工業(株)製)を用いて測定した。測定は光源とフィルムの間に光吸収型偏光素子と作製した光散乱型偏光素子とを挿入して行い、光吸収型偏光素子の透過軸と光散乱型偏光素子の透過軸を同じにしたものを平行、直交させたも*

第 1 表

偏光素子	全光線透過率		ヘイズ	
	平行	直交	平行	直交
実施例 1	90.5%	86.2%	5.4%	89.3%
実施例 2	88.7%	81.0%	7.3%	91.8%
実施例 3	85.4%	79.6%	12.1%	93.4%
実施例 4	83.4%	76.5%	13.6%	73.2%

【0126】(偏光変換率の評価)次に、実施例 1～4 で作製した偏光素子の偏光変換率を測定した。ヘイズメーター MODEL 1001DP(日本電色工業(株)製)を用いて光線透過率を測定する際に、光源とフィルムの間、およびフィルムと受光機の間には偏光子を挿入して測定を行った。光源側偏光子の透過軸と異方性散乱層の透過軸を同じにしたものを透過軸透過率、直交させたものを散乱軸透過率とした。偏光変換率は前述の式を用いて算出したが、透過軸偏光変換率は、透過軸と平行な偏光の入射に対し、フィルムと受光機の間には偏光子の透過軸が入射偏光と平行な透過率(T_{//})と直交する透過率(T_⊥)を用いて算出した。この場合、T_⊥が偏光変換した成分に対応する。散乱軸偏光変換率 ※

第 2 表

偏光素子	透過軸偏光透過率 $\uparrow \rightarrow //$			透過軸偏光透過率 $// \rightarrow \uparrow$		
	T _{//}	T _⊥	偏光変換率	T _{//}	T _⊥	偏光変換率
実 1	88.2%	2.3%	2.5%	43.8%	42.4%	49.2%
実 2	84.1%	4.6%	5.2%	63.8%	17.2%	21.2%
実 3	78.6%	6.8%	8.0%	64.2%	15.4%	19.3%
実 4	77.4%	6.0%	7.2%	64.3%	12.2%	15.9%

【0128】[実施例 5]

(光吸収型偏光素子と光散乱型偏光素子との一体化)ポリビニルアルコール(PVA)フィルムをヨウ素 5.0 g/リットル、ヨウ化カリウム 10.0 g/リットルの水溶液に 25℃にて 90 秒浸漬し、さらにホウ酸 10 g

*のを直交とした。光線透過率は全光線透過率を、光散乱性はヘイズを指標として評価した。結果を第 1 表に示す。本発明に従う偏光素子は、平行および直交透過率がいずれも高く、ヘイズは直交方向で大きかったが、平行方向は小さかった。従って、異方性散乱層に入射した透過軸方向の光は散乱の影響をあまり受けず大部分が透過し、散乱軸方向の光は大部分が散乱されたが後方散乱することなく前方(入射面の反対側)に出射したことがわかった。

【0125】

【表 1】

※は散乱軸と平行な偏光の入射に対し、フィルムと受光機の間には偏光子の透過軸が入射偏光と平行な透過率(T_{//})と直交する透過率(T_⊥)を用いて算出した。この場合も T_⊥が偏光偏光した成分に対応する。結果を第 2 表に示す。実施例 1～4 で作製した偏光素子は、透過軸の偏光に対する偏光変換率が小さく、散乱軸の偏光に対する偏光変換率が大きかった。従って、異方性散乱層に入射した透過軸方向の光は偏光状態を変化させずに大部分が透過し、散乱軸方向の光は大部分が少なくとも 15%以上が直交する偏光に変換されて出射することがわかった。

【0127】

【表 2】

／リットルの水溶液に 25℃にて 60 秒浸漬後、ロール延伸機を用いて 7.0 倍に延伸した。この偏光フィルムの単板透過率は 41.2%、偏光度は 99.7%であった。この後、延伸したフィルムの片側に、実施例 1 で作製した偏光素子を重ね、さらに重ねた 2 枚のフィルム

を、ポリビニルアルコール（PVA117、クラレ（株））5質量%水溶液を糊として用い、両面ケン化したトリアセチルセルロースフィルム（富士写真フィルム（株）製）2枚をラミネートした。ラミネートの際、光散乱型偏光素子の透過軸と光吸収型偏光素子の透過軸がほぼ平行となるように配置した。この後70℃で5分間乾燥して、偏光板を作製した。

【0129】[実施例6]

（光吸収型偏光素子と異方性偏光素子との一体化）ポリビニルアルコール（PVA）フィルムをヨウ素5.0g/リットル、ヨウ化カリウム10.0g/リットルの水溶液に25℃にて90秒浸漬し、さらにホウ酸10g/リットルの水溶液に25℃にて60秒浸漬後、ロール延伸機を用いて7.0倍に延伸した。この後、延伸したフィルムを実施例2で作製した偏光素子およびケン化したトリアセチルセルロースフィルム（富士写真フィルム（株）製）と、ポリビニルアルコール（PVA117、クラレ（株））5質量%水溶液を糊として用いラミネートした。ラミネートの際、光散乱型偏光素子の透過軸と光吸収型偏光素子の透過軸がほぼ平行となり、また、光散乱型偏光素子が光吸収型偏光素子と接触するように配置した。この後70℃で5分間乾燥して、偏光板を得た。

【0130】[実施例7]

（光吸収型偏光素子と異方性偏光素子との一体化）実施例6の偏光板の作製においてラミネートする偏光素子を実施例3で作製した偏光素子に変更した以外は、実施例6に記載した方法に従って偏光板を作製した。

【0131】[実施例8]

*（光吸収型偏光素子と異方性偏光素子との一体化）実施例6の偏光板の作製においてラミネートする偏光素子を実施例4で作製した偏光素子に変更した以外は、実施例6に記載した方法に従って偏光板を作製した。

【0132】[比較例1]実施例6の偏光板の作製においてラミネートする偏光素子を、ケン化処理したセルローストリアセテートフィルム（富士写真フィルム（株）製）に変更した以外は、実施例6に記載した方法に従って偏光板を作製した。

【0133】[比較例2]比較例1で作製した偏光板と、光学干渉による偏光選択層を有する市販の輝度上昇フィルム（DBEF、3M製）とを、両フィルムの透過軸がほぼ平行となるように配置して偏光板を作製した。

【0134】（拡散透過率の異方性評価）実施例5～8および比較例1、2で作製した偏光板のの拡散透過率を、60φ積分球付の分光光度計（UV-3100PC、島津製作所製）に、大型偏光子（Assy）を備えた装置を用いて測定した。測定は光源とフィルムの間的大型偏光子を挿入して行い、偏光子の透過軸と異方性散乱型偏光素子の透過軸を合わせたものを平行透過率、直交させたものを直交透過率として測定した。測定は400nm～700nmの範囲で行い、平均値を算出した。

【0135】評価結果を第3表に示す。本発明に従う偏光板は、比較例の偏光板と比べ、直交透過率大きい。従って、反射や後方散乱を使用できない環境においても、液晶セルへの入射光量を増大できる。

【0136】

【表3】

*
第3表

偏光板	平行の場合の全光線透過率	直交の場合の全光線透過率
実施例5	79.6%	75.9%
実施例6	78.1%	71.3%
実施例7	75.2%	70.0%
実施例8	73.4%	67.3%
比較例1	87.8%	0%
比較例2	81.5%	2.1%

【0137】[実施例9]

（反射型液晶表示装置の作製）市販の反射型液晶表示装置（カラーザウルスMI-310、シャープ（株）製）の偏光フィルムを剥ぎ取り、代わりに実施例5で作製した偏光板を貼り付けた。作製した反射型液晶表示装置について、目視で評価を行ったところ、白表示、黒表示、そして中間調のいずれにおいても、色味がなく、ニュートラルグレイが表示されていることが確認できた。次に、測定機（EZcontrast160D、Eldim社製）を用いて反射輝度を測定した。結果を第3表に示す。

【0138】[実施例10]

（反射型液晶表示装置の作製）実施例6で作製した偏光板を用いた以外は、実施例9と同様にして、反射型液晶表示装置を作製した評価した。結果を第4表に示す。

【0139】[実施例11]

（反射型液晶表示装置の作製）実施例7で作製した偏光板を用いた以外は、実施例9と同様にして、反射型液晶表示装置を作製した評価した。結果を第4表に示す。

【0140】[実施例12]

（反射型液晶表示装置の作製）実施例8で作製した偏光

板を用いた以外は、実施例 9 と同様にして、反射型液晶表示装置を作製した評価した。結果を第 4 表に示す。

【0 1 4 1】[比較例 3]

(反射型液晶表示装置の作製) 比較例 1 で作製した偏光板を用いた以外は、実施例 9 と同様にして、反射型液晶表示装置を作製した評価した。結果を第 4 表に示す。

第 4 表

反射型液晶表示装置	反射輝度 (相対値)
実施例 9	1. 4 0
実施例 1 0	1. 3 4
実施例 1 1	1. 3 1
実施例 1 2	1. 2 7
比較例 3	1. 0 0
比較例 4	0. 9 0

【0 1 4 4】第 4 表に示されるように、本発明に従う液晶表示装置は、従来の偏光素子を用いた液晶表示装置と比較して、正面輝度が明らかに向上した。正面からのコントラスト比が 2 0 であり、コントラスト比 3 となる視野角は、上下 1 2 0° 以上、左右 1 2 0° 以上であった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】異方性散乱層の基本的な構成を示す模式図である。

【図 2】異方性散乱層の別の基本的な構成を示す模式図である。

【図 3】異方性散乱層に光を入射した状態を示す断面模式図である。

【図 4】偏光素子の一般的な形態を示す断面模式図である。

【図 5】偏光素子の別の一般的な形態を示す断面模式図である。

【図 6】偏光素子のまた別の一般的な形態を示す断面模式図である。

【図 7】光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせた偏光板を示す断面模式図である。

【図 8】光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせた別の偏光板を示す断面模式図である。

【図 9】光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせたまた別の偏光板を示す断面模式図である。

【図 1 0】光散乱型偏光素子と光吸収型偏光素子とを組み合わせたさらに別の偏光板を示す断面模式図である。

【図 1 1】偏光板を含む反射型液晶表示装置の断面模式図である。

【図 1 2】偏光板を含む別の反射型液晶表示装置の断面模式図である。

【図 1 3】偏光板を含むまた別の反射型液晶表示装置の

【0 1 4 2】[比較例 4]

(反射型液晶表示装置の作製) 比較例 2 で作製した偏光板を用いた以外は、実施例 9 と同様にして、反射型液晶表示装置を作製した評価した。結果を第 4 表に示す。

【0 1 4 3】

【表 4】

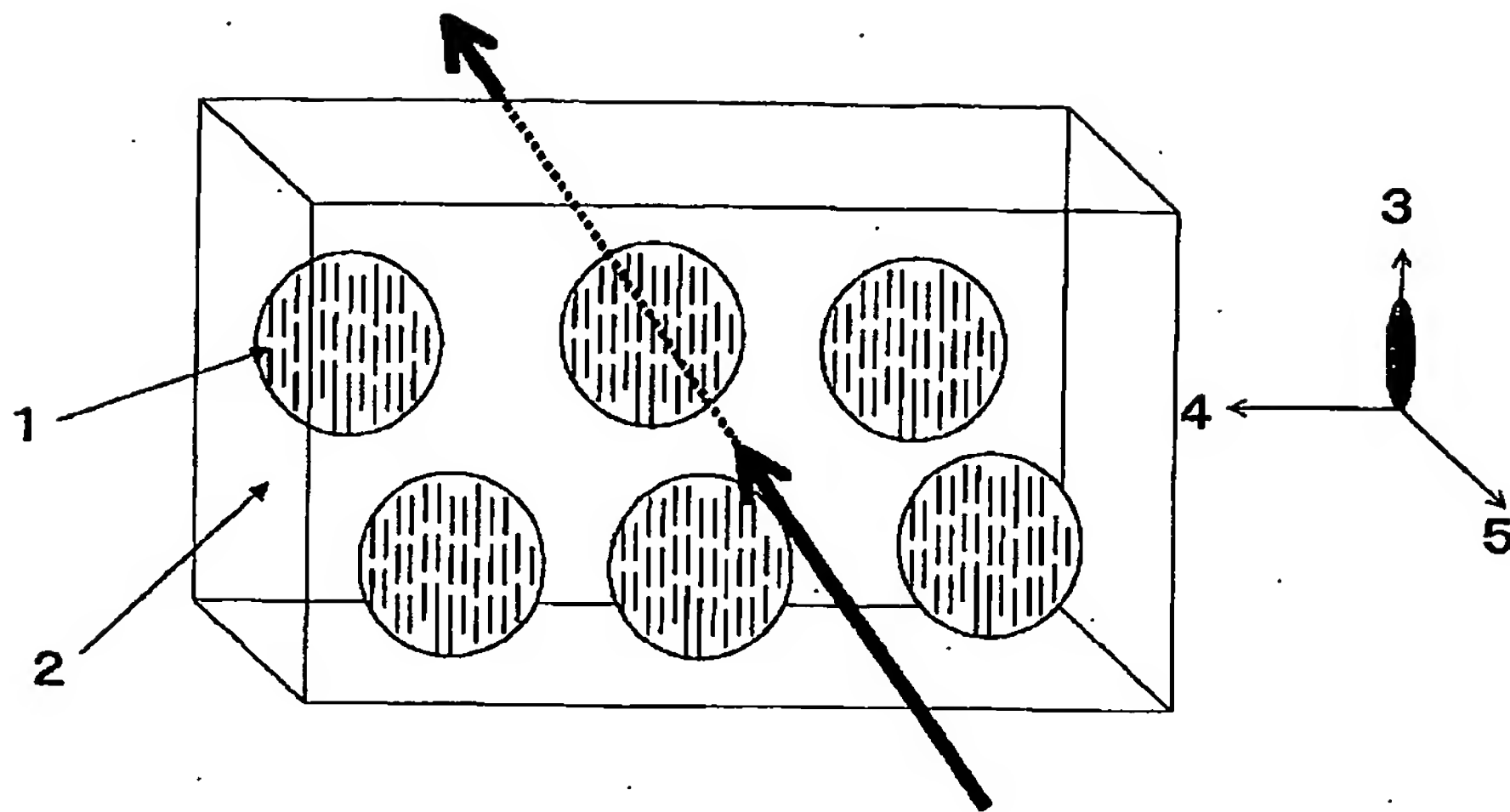
断面模式図である。

【図 1 4】偏光板を含むさらに別の反射型液晶表示装置の断面模式図である。

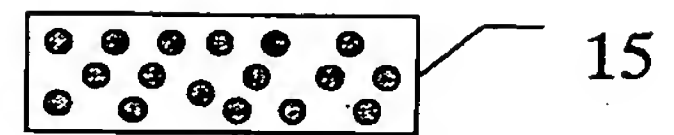
【符号の説明】

- 1 光学的異方性不連続相
- 2 光学的等方性連続相
- 3、8 散乱軸
- 4、9 透過軸
- 5、1 0 光の入射方向
- 1 1 遅相軸
- 6 光学的異方性連続相
- 7 光学的等方性不連続相
- 30 1 2 散乱軸と直交する電界ベクトルの光が通過する軌跡
- 1 3 散乱軸と平行な電界ベクトルの光が通過する軌跡
- 1 4、1 5 異方性散乱層
- 1 6 透明支持体
- 1 7 光散乱型偏光素子
- 1 8 光吸収型偏光層
- 1 9、3 3 光学補償シート
- 2 0、3 1 $\lambda/4$ 板
- 2 1、2 3 偏光板
- 40 2 2 T N モード液晶セル
- 2 4 半透過膜
- 2 5 導光板
- 2 6 L E D
- 2 7 位相差板
- 2 8 S T N モードの液晶セル
- 2 9 反射板
- 3 0 冷陰極管
- 3 2 孔開反射板付 T N モードの液晶セル

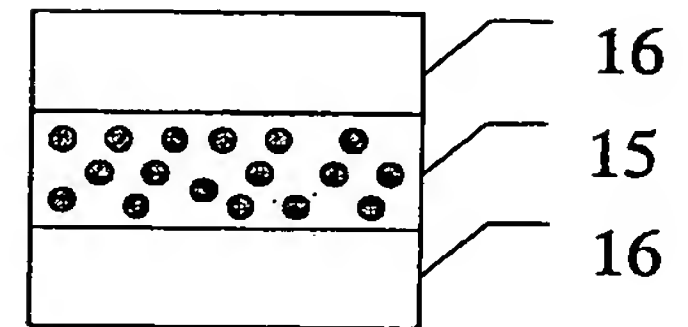
【図 1】



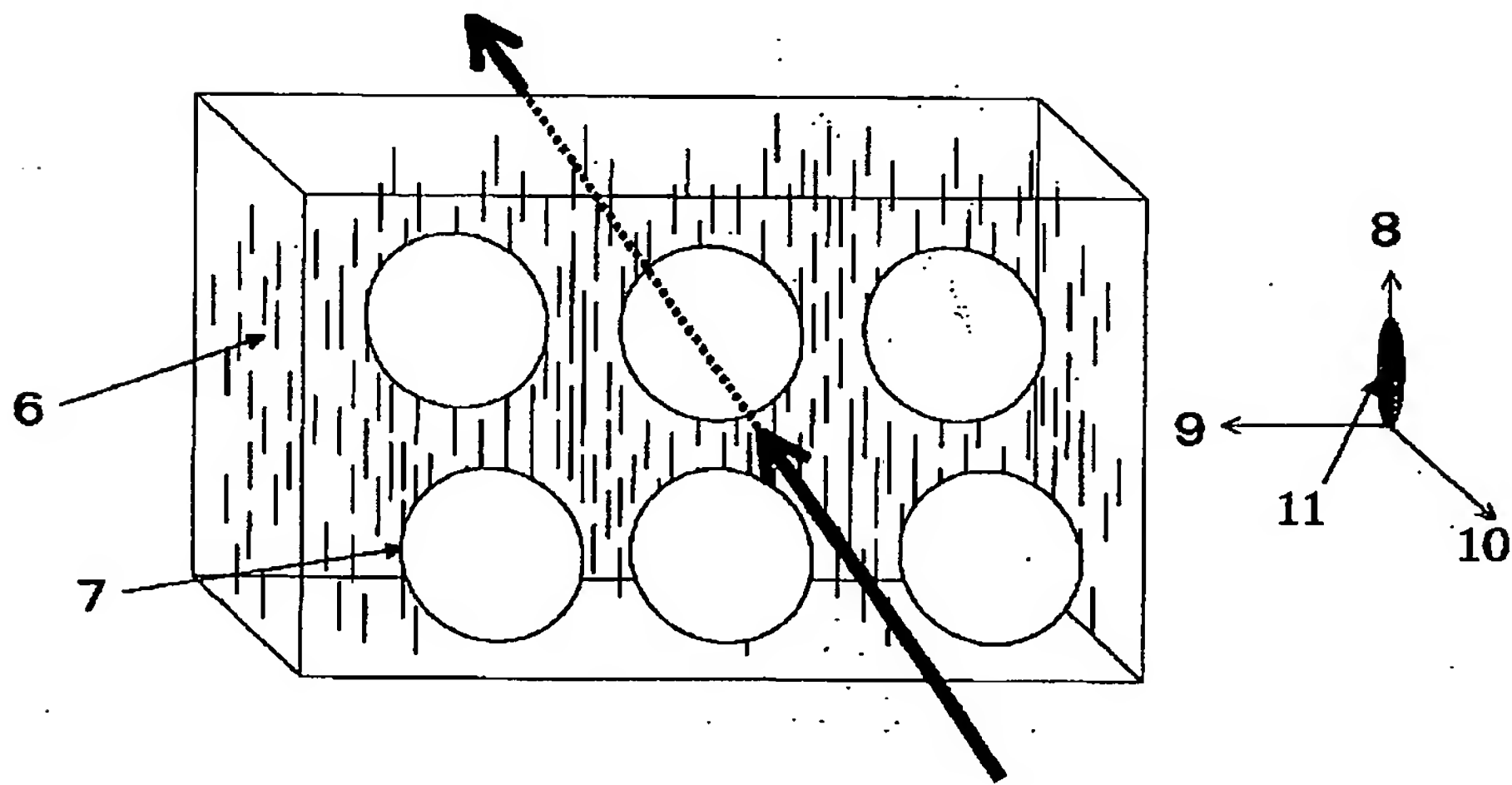
【図 4】



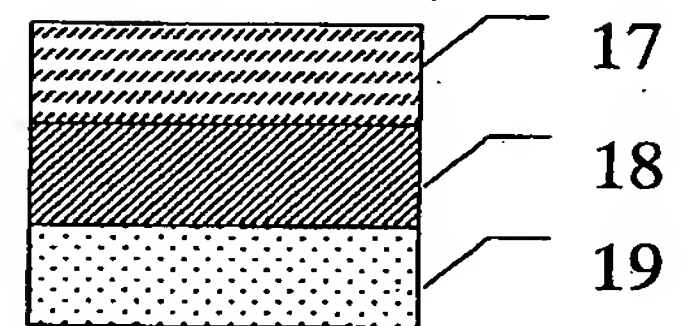
【図 6】



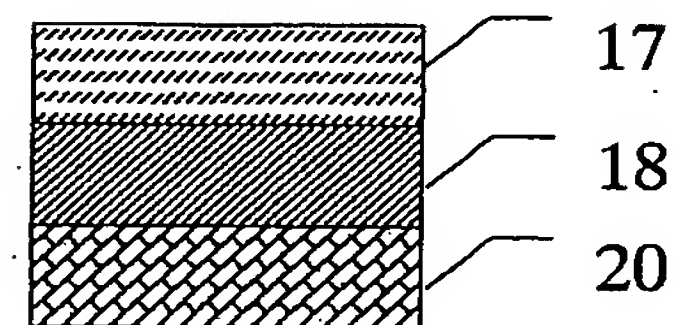
【図 2】



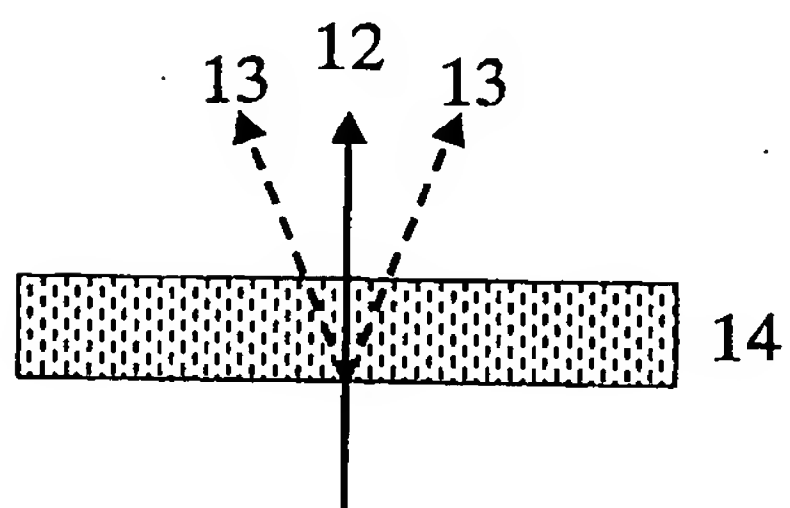
【図 9】



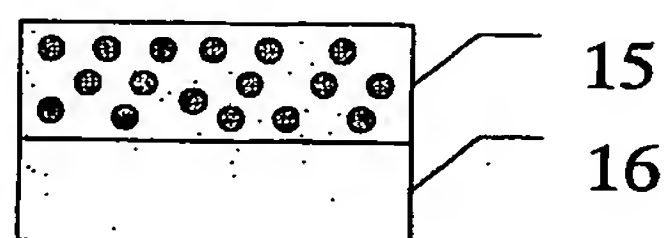
【図 10】



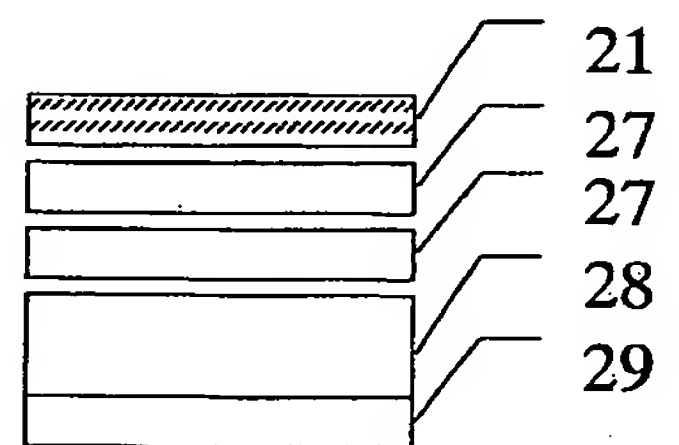
【図 3】



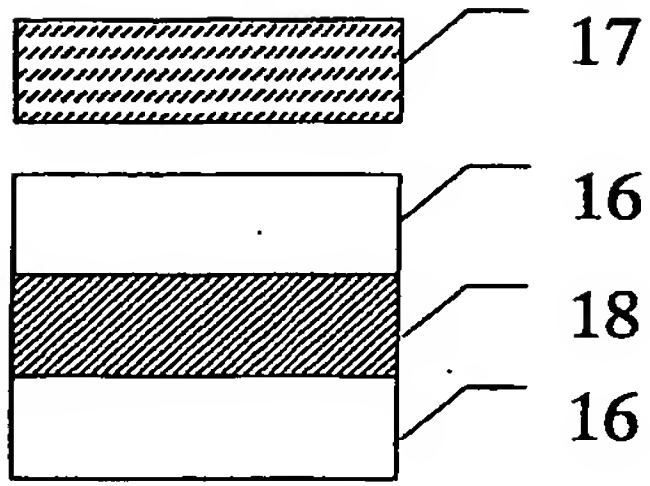
【図 5】



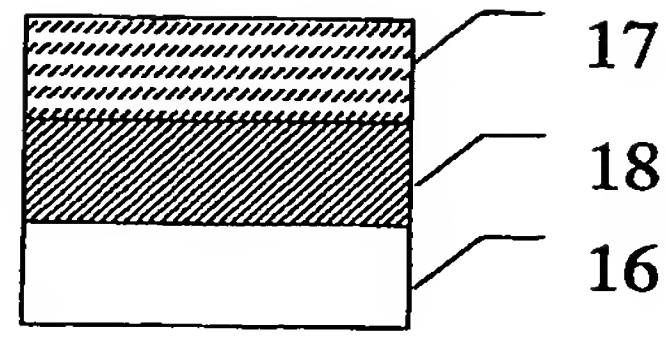
【図 13】



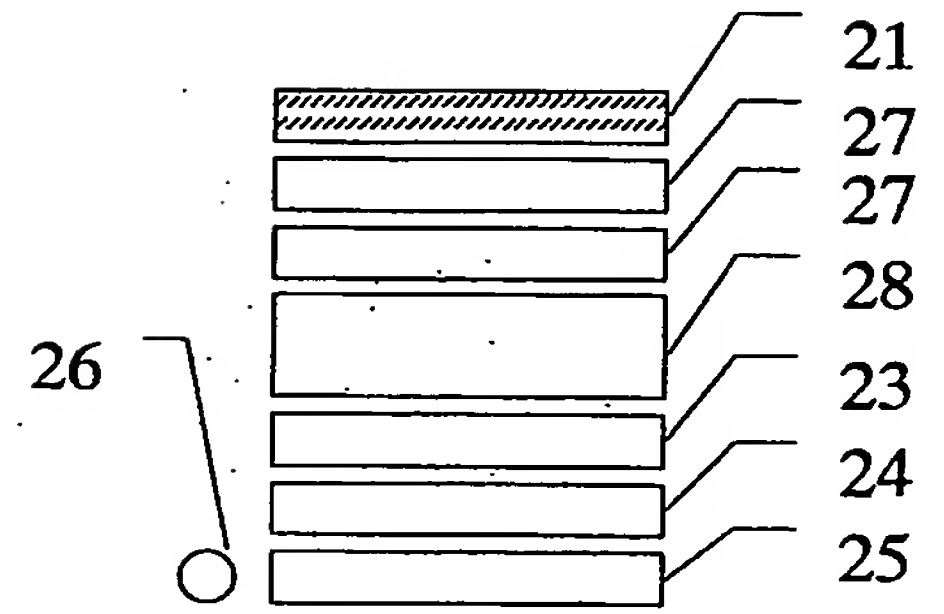
【図 7】



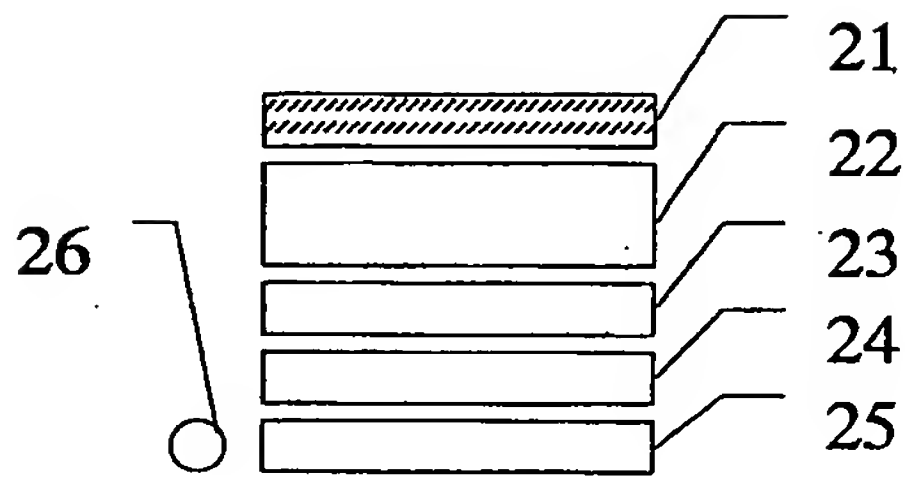
【図 8】



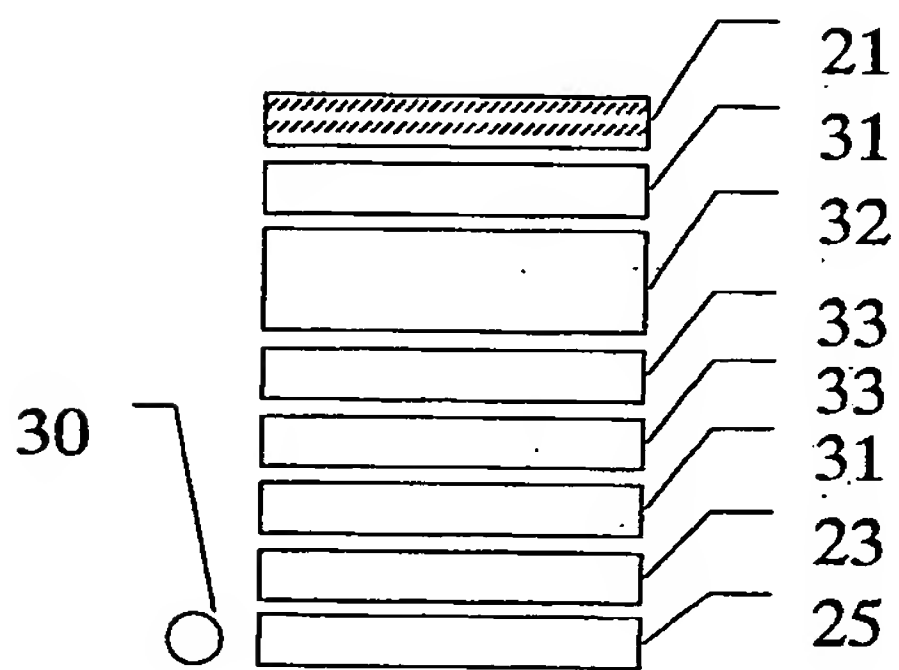
【図 1 2】



【図 1 1】



【図 1 4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.